CIMIENTOS
DEL
ARTISTA,
DIBUJANTE Y PINTOR.

COMPENDIO

DE

PERSPECTIVA LINEAL Y AEREA,
SOMBRAS, ESPEJOS Y REFRACCION CON LAS NOCIONES
NECESARIAS DE GEOMETRIA,

DEDICADO

A LA

ACADEMIA IMPERIAL

DE

NOBLES ARTES DE SAN CARLOS,

POR EL

PROFESOR DE PINTURA DE PAISAJE Y DE
PERSPECTIVA,

Eugenio Landesio

DE

TURINO.

MEXICO
1866.

Tipografia de M. Murguia, Portal del Aguila
de Oro.

NOTA.

Las láminas, para que salieran mas adaptadas para la inteligencia de las demostraciones, fueron hechas por mis discípulos Luis Coto, José M. Velasco y Gregorio Dumaine, por estar bien enterados en la materia; las que ejecutaron bajo mi inmediata direccion y correccion verbal y aun práctica, endonde hubo menester. Las láminas ejecutadas por el primero son: la 6ª, 14ª, 19ª, 20ª, y 25ª: por el segundo, desde la 1ª á la 5ª; la 7ª y 8ª; de la 11ª á la 13ª; de la 15ª á la 18ª; de la 21ª á la 23ª y la 28ª: y por el tercero, la 9ª, 10ª, 24ª, 26ª y 27ª.

ERRATAS.

Página 8, párrafo 22, línea 3ª dice: *encágono*; léase eneágono.

Pág. 10, parr. 39, lín. 2ª dice: *abertera*; léase abertura.

Pág. 12, parr. 53, lín. 10ª dice: nada *de* disimil; léase nada disimil.

Pág. 15, parr. 66, lín. 3ª dice: *y* cuidando; léase cuidando.

Pág. 18, parr. 3B, lín. 3ª dice: *lo que es* cuando; léase lo que se verifica cuando.

Pág. 18, parr. 3B, lín. 8ª dice: *ó* seccion; léase á seccion.

Pág. 20, lín. 5ª dice: pavimento geométrico 1, 7, 8; léase pavimento geométrico 178.

Pág. 21, parr. 23, dice Lam. 9ª; léase Lam. 10ª.

Pág. 22, parr. 26, dice: Lam. 10ª; léase Lám. 11ª.

Pág. 24, parr. 33, lín. 4ª dice: *les* círculos; léase los círculos.

Pág. 33, parr. 45, lin. 7ª dice: el punto *C;* léase el punto C'.

Pág. 35, lín. 1ª dice: con las *A a* producida por *a A*; léase con las A' la producida por A.

Pág. 35, lín. 5ª dice: *OC'C'A'A';* léase: OC'C'A'.

Pág. 42, parr. 8, lín. 9ª dice: la perpendicular *MM*; léase la perpendicular MM'.

ADVERTENCIA.

Deseando el señor D. Urbano Fonseca, Director general de la Imperial Academia de S. Cárlos, que esta obrita fuese impresa, dispuso sujetarla á la revision de una persona sábia, á fin de que se corrigiesen las faltas de idioma que pudiesen haber en ella, por haber sido escrita en un idioma que no es el propio: esta molesta tarea fué encomendada al Señor Dr. D. José Ignacio Duran, director de la Escuela de Medicina, quien tuvo la cortés complacencia de indicármelas, no con la severidad de un censor, sino con los finos modales de un sincero y cariñoso amigo; por lo que creo un deber espresarle aquí mi gratitud y darle las mas sentidas gracias.



PROLOGO.

Dos clases se conocen de dibujo, y son: geométrico y perspectivo. El primero que se emplea para trazar las plantas, perfiles y cortes de los objetos, y del cual todos necesitan, no está sujeto á diminucion perspectiva, manteniendo en sí sus dimensiones verdaderas, como si las percibiéramos, no por medio de los ojos, sino con el tacto. El segundo nos muestra los objetos ó sitios del modo que suelen presentarse á nuestra vista; sean personages, árboles, edificios, aguas, nubes, &c.; disminuyen sus dimensiones conforme se alejan de uno, y segun su oblicuidad con los rádios visuales, ocasionando lo que se llama escorzo.

Todo lo que existe en la naturaleza bajo forma visible, sea cual fuere la materia de que esté formado, la estacion, hora, lugar en que se nos presente, cualquiera la luz que lo ilumine, con que abramos los ojos y miremos, todo, sin escepcion ninguna, está sujeto á las leyes inmutables de la óptica; es decir, á las de la perspectiva lineal y áerea, sombras, espejos y refraccion. Segun la postura, el diferente nivel, con relacion al que mira, y su mayor ó menor distancia se dibujan las formas de los objetos: la diferente situacion del sol ó de cualquiera otra luz natural ó artificial, los ilumina de una ú otra manera, proyectándoles sus sombras correspondientes, por medio de las cuales distinguimos los cuerpos y sus diferentes partes: los mismos se nos reproducen reflejándose en las superficies lúcidas segun el ángulo de incidencia que hacen con ellas: los vemos romperse, doblarse y recogerse en sí mismos, penetrando en los cuerpos diáfanos, segun el grado de oblicuidad y la direccion de los rádios visuales con la superficie del trasparen-

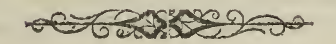
te: finalmente la atmósfera les modifica la fuerza del claro-oscuro y colores, haciéndonos disfrutar mas ó menos segun el grado de su pureza, de un hermoso y extenso horizonte. Claro está, que no solo es útil, para un pintor, el conocer y saber aplicar dichas leyes, sino necesario, indispensable.

No habiendo yo encontrado tratados que proporcionen conocimientos de un modo adecuado, tanto á la estrechez del tiempo en que el artista debe hacer estudios estensos y una práctica dificultosa, cuanto para no apagar el poético y fogoso entusiasmo de su imaginacion, como sucede frecuentemente con esplicaciones prolijas, me animé á escribir un tratado, que siendo breve, reuniese en sí todo lo indispensable al arte; correspondiendo de esta manera á la confianza con que me ha honrado la Academia de San Cárlos, llamándome desde Roma para dirigir á los alumnos que se dedican á la pintura del paisage y enseñar al mismo tiempo la perspectiva; lo acompañé á mayor claridad de 28 láminas y lo dividí en seis partes. Enseña la 1ª lo puramente necesario de geometría para entender y practicar las operacianes que se hallan en el curso; sigue la 2ª enseñando la perspectiva lineal: como se trazan las sombras la 3ª: á encontrar los espejos la 4ª: la 5ª la refraccion: acabando la 6ª con la perspectiva aérea.

Estas nociones, que forman el verdadero y sólido cimiento del dibujante como del pintor, son las que ofrezco á la alabada academia en señal de mi distinguido aprecio; las que espuestas con pocas palabras y llanamente, podrán fácilmente adquirirse, si con empeñosa dedicacion se aplican á ellas; con cuyas nociones fortalecidos, arrostrarán con acertada valentía los escollos que presenta este dificultosísimo cuanto bello y noble arte; serán con sus luminosos resultados, la honra y el adorno mas hermoso de su patria, de la Academia en cuyo seno prosperaron, y viendo no frustrados mis zelosos afanes, daré á Dios las gracias de haber conseguido el fin de mis deseos.



PARTE PRIMERA.



GEOMETRIA.

1. La geometría es la ciencia que trata de la estension, sus propiedades y relaciones.

2. La estension es de tres maneras: la primera comprende solo el largo y se llama línea; la segunda el largo y ancho y se le dice superficie; la tercera encierra en sí el largo, ancho y grueso y se denomina cuerpo ó sólido.

3. La línea principia en un punto y acaba en otro. El punto tiene posicion pero no estension. La superficie termina en líneas, y los cuerpos en superficies.

LINEAS.

4. *Lám.* 1ª—*Líneas.* Las líneas son de dos clases, rectas y curvas. La recta es la mas breve que pueda trazarse de un punto á otro, como de A á B; curva es aquella que para ir de uno á otro punto desvía del camino mas corto, como de C á D.

5. Cuando las líneas varían de direccion, ó mas bien, el agregado de mas líneas, se le añade el adjetivo angulosa: y se dirá recto angulosa al agregado de rectas, como EF: al agregado de curvas como GH, curvo-angulosa; y mixto-angulosa, componiéndose de rectas y curvas, como KI.

6. Las líneas, con relacion de unas á otras, toman tambien los nombres de perpendicular, oblícua y paralela; los de horizontal y vertical son independientes,

7. La perpendicular es la que encontrándose con otra no se pliega ni á uno ni á otro lado, como la ON con MÑ, y vice-versa; diversamente es oblícua, como PQ con RS. Paralela es cuando conserva con otra, hasta el infinito, igual distancia, como JL con AB.

8. Vertical es la que desde un punto cualquiera se dirige al centro de la tierra; y se verifica por medio de un hilo en reposo y colgando con un plomo á su estremidad inferior como TU; por eso se le dice tambien línea á plomo. Horizontal es la que puede aplicarse en la superficie de una agua tranquila tocándola igualmente en toda su estension, como VZ, es decir, siéndole paralela. La vertical y la horizontal son entre ellas perpendiculares.

ANGULOS

9. *Lám.* 1ª—*Angulos.* Cuando dos líneas de diferente direccion BA y CA se tocan en su estremidad, forman un ángulo: el punto de contacto A, se llama vértice, las líneas lados, y el intervalo entre ellas, abertura.

10. Los ángulos son de tres maneras, relativamente á las clases de líneas con que están formados: rectilíneos, curvilíneos y mixtilíneos. Rectilíneo, es el que está formado de rectas, como BAC; curvilíneo si se compone de curvas, como EDF; y mixtilíneo, si entran en su formacion las dos precedentes, es decir, recta y curva; véase KGH.

11. Los ángulos se consideran tambien por sus aberturas, y toman diferentes nombres segun la cantidad de grados de que constan las mismas. Se miden por medio de la circunferencia ó periferia, la cual se divide en 360 partes llamadas grados; de la cual se usa la sola mitad NMO, conocida bajo el nombre de semi-círculo. El ángulo que mide 90° como MPO, se llama recto; el que mide mas, como NPR, se le dice obtuso; y agudo cuando mide ménos, como RPO. Angulo al centro, se dice de cualquiera como MPO, que tenga el vértice en P; y á NMO, ángulo á la periferia. Dos ángulos iguales MPO y NMO en una misma circunferencia, uno al centro y el otro á la periferia, el segundo contendrá un doble arco del primero.

SUPERFICIES.

12. Es la superficie la parte esterior de los cuerpos.

CIRCULO.

13. *Lám.* 1ª—*Círculo.* La superficie mas simple y perfecta es la del círculo, la cual está formada de una curva CKF, que vuelve paralelamente al rededor de un punto llamado centro, y la línea, periferia ó circunferencia.

14. Una recta que de un punto de la circunferencia va al otro opuesto, pasando por el centro como CD, se llama diámetro; y radio, si desde el centro llega á la circunferencia como AL. Una recta como EB, que desde un punto de la circunferencia llegue á otro de la misma, sin tocar el centro, es una cuerda, y la curva que la encierra un arco. Una recta como AF que desde el centro llegue á la cuerda, siéndole perpendicular, es una normal. Cuando una recta no puede tocar la circunferencia, mas que un solo punto, como GH, es una tangente: y secante si la corta como AG. Una recta que desde la circunferencia vaya perpendicular al radio, es un seno, como KI.

El espacio encerrado entre dos rectas paralelas que lleguen de uno á otro punto de la periferia, como BECD es una zona. La superficie comprehendida entre el arco y la cuerda, como EBF, se le dice segmento: y la entre dos radios y el arco, como EABF sector. Complemento se llama la parte que falta á un arco ó ángulo para alcanzar los 90°: y á la parte de un ángulo ó arco que falta para alcanzar los 180 grados llámase suplemento. A la cuarta parte de un círculo, como CFA, se le dice cuadrante.

TRIANGULOS.

15. *Lám.* 1ª—*Triángulos.* Es el triángulo un espacio cerrado por tres líneas que se llaman lados. Esta figura puede considerarse por sus ángulos y por sus lados. Si por los ángulos será:

1º Obtusángulo teniendo un ángulo obtuso, como GKH.
2º Rectángulo si tiene uno recto, como DEF, los lados que lo forman se llaman catetos y el otro hipotenusa.
3º Acutángulo, siendo todos agudos, como BAC:
4º Equiángulo si todos sus ángulos son iguales.

Considerándolos por sus lados son:

1º Equilátero ABC, que tiene todos sus lados iguales.
2º Isóseles GKH, dos iguales:
3º Escaleno DEF, todos desiguales. El lado en que descansa la figura se le puede decir base.

FIGURAS CUADRILÁTERAS.

16. *Lám. 2ª—Cuadriláteros.* Toda figura formada de cuatro líneas se llama cuadriiátera: y cuando estas que llamaremos lados, son paralelas, la figura, entónces, se puede llamar paralelógramo. La mas perfecta entre ellas es el cuadrado, que tiene todos los lados iguales, y los ángulos rectos. *Fig. A.*

17. El rectángulo ó cuadrilongo tiene todos los ángulos rectos y los lados opuestos iguales. *Fig. B.*

18. Se llama rombo cuando todos los lados son iguales y los ángulos contiguos desiguales. *Fig. C.*

19. Cuando solo los lados y ángulos opuestos son iguales, el paralelógramo, se llama romboide. *Fig. D.*

20. El trapecio tiene solo dos lados paralelos, *Fig. E.*; y cuando ninguno de sus lados son paralelos es trapezoide. *Fig. F.*

21 Las líneas que desde un ángulo van al otro opuesto de cualquiera figura cuadrilátera se designan por diagonales, que solo en el cuadrado y en el cuadrilongo son iguales.

POLÍGONOS.

22. Una figura terminada por mas de cuatro líneas se llama polígono. Si está terminada por cinco líneas, se denomina pentágono; si por seis, exágono; si por siete, eptágono; si por ocho, octágono; si por nueve, encágono: si por diez, decágono, endecagono si por once; y por doce, dodecágono. Cuando ocurre nombrar un polígono de mas lados, se dice polígono de diez y seis, de veinte, de treinta lados.

23. Un polígono es regular cuando tiene iguales todos sus ángulos y sus lados, é irregular cuando le falta alguna de estas circunstancias.

24. El contorno exterior de un polígono ú otra figura rectilínea, curvilínea ó mixtilínea se nombra perímetro

25. Cuando el perímetro toca con sus ángulos la circunferencia, se le dice inscrito, y circunscrito si la tangenta con sus lados.

SÓLIDOS.

26. *Lámina 2ª—Sólidos.* Se llama sólido cuando consta de las tres dimensiones: largo, ancho y grueso.

27. Todo sólido que se halla terminado por planos, se dice poliedro.

28. Cuando el poliedro consta de cuatro caras se llama tetraedro; cuan-

do de seis exaedro, cuando de ocho octaedro, cuando de doce dodecaedro y cuando de veinte icosaedro.

29. Además se dividen los sólidos, en las clases que siguen.

Fig. 1ª — 1º Esfera, que es el resultado de la circunvolucion de un semicírculo al rededor de su diámetro, el cual se vuelve eje.

30. *Fig.* 2ª — 2º Cilindro que es la circunvolucion de una recta al rededor de otra paralela, cuyas bases son dos círculos iguales.

31. *Fig.* 3ª — 3º Se llama cono, la circunvolucion de un triángulo en derredor de uno de sus lados, cuya base es un círculo y su cúspide un punto; la línea que desde la cúspide va al centro de la base, se llama eje del cono.

32. *Fig.* 4ª — 4º Pirámide se llama un poliedro que tiene por base un triángulo, un cuadrado ó cualquier polígono, y por cúspide un punto; en el cual todas sus caras, que son triangulares, unen su vértice. Una pirámide es cuadrangular ó pentagonal, etc., segun la base ya sea un cuadrado, pentágono, etc.

33. *Fig.* 5ª — 5º El cubo, está formado de seis superficies cuadradas é iguales, puestas todas en ángulo recto una con otra.

34. *Fig.* 6ª — 6º El prisma es un poliedro comprehendido entre dos figuras rectilíneas y de igual número de lados, llamadas bases, y las otras superficies, que son siempre cuadriláteras y paralelas entre sí, y se llaman planos laterales ó caras del prisma. Si las bases son en ángulo recto con los planos laterales, el prisma es recto, y oblícuo siéndoles oblícuas. Cuando el prisma es de bases paralelógramas, llámase paralelipípedo. Siempre que las bases son regulares, el prisma es regular, diversamente se le dice irregular.

35. *Fig.* 7ª — 7º La circunvolucion de una semielípsis sobre su diámetro mayor forma el óvalo; y si es sobre el menor será esferoide. *Fig.* 8ª

OPERACIONES.

PONER UNA RECTA PARALELA A OTRA.

36. *Lám.* 3ª—*Fig.* 1ª Dada la recta AB, se pone la punta del compas en la extremidad A formando el arco CD, despues se junta en B haciendo con la misma abertura otro arco en EF; y trazada una recta tangente á los dos arcos, se tendrá en GH la propuesta paralela.

DIVIDIR UNA LÍNEA EN MEDIO, Y LEVANTARLE Ó BAJARLE UNA PERPENDICULAR.

37. *Lám.* 3ª—*Fig.* 2ª Se pone la punta del compas en una de las extremidades, por ejemplo en A, con una abertura cualquiera, pero mayor de la mitad de dicha línea, se hace el arco CD, y juntando el compas en B

se cruza en E y F: por cuyas intersecciones trazada una recta, quedará dividida la dada A B en dos partes perfectamente iguales.

38. Lo mismo se hace para trazar una perpendicular en medio de una recta, siendo la E F necesariamente perpendicular á la otra dada.

DIVIDIR UN ARCO EN DOS PARTES IGUALES.

39. *Lám.* 3ª—*Fig.* 3ª Dado el arco AB, póngase en la extremidad A la punta del compas, y con abertera mayor de la mitad de dicho arco, descríbase otro CD, el cual se cruzará en C y D con la misma abertura, trasfiriendo la punta en B; y pasada una recta en estas intersecciones, quedará dividido el arco en las dos partes pedidas AG,GB.

DIVIDIR UN ÁNGULO EN MEDIO.

40. *Lám.* 3ª—*Fig.* 4ª Sea el ángulo ACB el que ha de dividirse: fíjese el compas en el vértice, y con una abertura cualquiera descríbase el arco A B, traspórtese la punta del compas en las dos estremidades practicando la interseccion D, desde la cual tirando una recta al vértice quedará dividido.

HACER UN ÁNGULO IGUAL Á OTRO DADO.

41. *Lám.* 3ª—*Fig.* 4ª Sea ACB el que nos sirve de modelo. Trazada la recta EF, se pone en el vértice C el compas, indicando, con abertura voluntaria, el arco AB, el cual se repetirá en G F: conservando la misma abertura y colocando la punta en E: puesta la medida AB de F en G y tirada la recta EG, se tendrá el ángulo GEF igual BCA.

DADA UNA RECTA, LEVANTAR Ó BAJARLE UNA PERPENDICULAR DE UN PUNTO DADO EN LA MISMA.

42. *Lám.* 3ª—*Fig.* 5ª Si C es el punto dado en la recta AB, póngase en él la punta del compas y abierto á la extremidad mas próxima, se trazará el arco BD, resultando la interseccion D: ábrase mas el compas, y puesto en B, se trazará el arco FE, cruzándole en E y F, trasfiriendo la punta en D; en cuyas intersecciones fijada la regla, se trazará la propuesta perpendicular.

PONER UNA PERPENDICULAR, Á LA EXTREMIDAD DE UNA RECTA.

43. *Lám.* 3ª—*Fig.* 6ª Sea B la extremidad: apóyese en ella el compas indicando el arquito FG; hágase centro en cualquier punto de éste, describiendo con la misma abertura el arco ABE, mayor de un semi-círculo, colóquese en la interseccion D y en el centro C la regla, tirando una recta á cortar dicho arco en E, de cuyo punto se conducirá á B la perpendicular.

DADA UNA RECTA, CONDUCIRLE UNA PERPENDICULAR DESDE UN PUNTO FUERA DE ELLA.

44. *Lám.* 3ª.—*Fig.* 7ª Sea AB la recta y C el punto: fíjese en éste la punta del compás abriéndole hasta la estremidad mas inmediata B, intersecando la línea en D: colóquese en este punto el compas, y despues en B, efectuando la interseccion E, á la cual se dirijirá desde C la propuesta perpendicular.

DIVIDIR UNA LINEA DADA, EN CUANTAS PARTES SE QUIERA.

45. *Lám.* 3ª—*Fig.* 8ª Sean por ejemplo cinco las partes en que debe la recta AB dividirse. De una de las dos estremidades, por ejemplo A, tírese una recta que haga con la dada ángulo agudo; ábrase á voluntad el compas y mídanse cinco partes iguales de A en C; desde el punto 5 trácese la recta 5B á la cual tiradas desde los puntos 4^2, 3^2, 2^2, 1^2, otras paralelas, dividirán la dada AB en las cinco partes pedidas.

46. No teniendo comodidad para trazar paralelas, repítase el ángulo B AC en ABD, póngase de B en D las medidas 1^2, 2^2, 3^2, 4^2, y D, numerándolas en sentido opuesto, 4^1, 3^1, 2^1, 1^1, tírense rectas de uno á otro punto ó número correspondiente, que siendo entre ellas necesariamente paralelas, dividirán la dada en 5 partes iguales como ántes.

ÁNGULOS ALTERNOS Y ADYACENTES.

47. *Lám.* 3ª—*Fig.* 9ª Cruzándose dos líneas forman cuatro ángulos, los cuales son relativamente alternos ú opuestos, y adyacentes ó contiguos. Por ejemplo, el ángulo ECA tiene por opuesto DCZ, y por contiguo ACZ y ECD: considerando el ángulo ACZ, tendrá por alterno ECD y por contiguos ECA y DCZ. Si las rectas que se cruzan son perpendiculares, todos los ángulos contiguos y opuestos serán iguales y rectos; pero cortándose oblicuamente resultarán dos obtusos y dos agudos; los opuestos iguales, y desiguales los contiguos: (1)

48. Prolongando la normal CO tres veces mas de O en R lo mismo que los lados CE y CD en EF y DG, resultará que la perpendicular FG será tres veces mayor de la ED. Continúese la normal de C en V y cortará igualmente por en medio su opuesto ACZ: y si la extension CV es como la CO, será tambien AZ igual á su paralela ED. Si desde una, dos ó tres cuartas partes de la AZ se pasa una recta por C, herirá igualmente la ED y la FG, en una, dos ó tres cuartas partes; de manera que dividiendo en un dado número de partes la FG, por ejemplo en cuatro, é igualmente la AZ, y desde cualquiera de estas partes se tire una recta á su correspondiente, resultará siempre la interseccion en C.

49. Si puesto el compas en C se cortan con una misma abertura EZ y AD, trazando las rectas ED,DZ,AZ y AE, resultará un rectángulo. Es-

[1] Se le dice ángulo homólogo, al que guarda la misma relacion ó postura con el de otra figura igual ó simil, y lo mismo podrá decirse de un lado ó parte: por ejemplo: KJE con UTY son homólogos. [*Fig.* 10.]

te es el modo mas espedito para poner el papel en escuadra: y por ser esta operacion muy necesaria daré un ejemplo, agregándole el modo de proporcionarlo.

PONER EN ESCUADRA Y PROPORCIONAR EL PAPEL.

50. *Lám* 3ª—*Fig.* 10ª Para cuadrar el papel ABED, se trazan dos diagonales, procurando que la interseccion C caiga lo mas posible en el medio, y puesto en esta el compas se hacen las intersecciones N,F,G,H y puestas las rectas NH,NF,FG y GH se tendrá el papel puesto en escuadra.

Para reducirlo proporcional, se pone en GL lo ancho, y en LI lo alto de la proporcion dada, trazando la hipotenusa GI, prolongándola hasta cortar FN; y FZ tendrá con FG la misma proporcion que IL con LG. Para colocar el rectángulo en medio del papel, tomada la mitad de la diferencia ZN y puesta de F en J y de N en K, y trazadas á NH las paralelas KO y JM se tendrá en medio del papel el rectángulo. Pero si fuere mucho mas chico, por ejemplo como LG; entónces se pondrá de F en P, y de G en Q la mitad de la diferencia FL, obrando como dije para los lados KO y JM.

HACER UNA FIGURA IGUAL A OTRA DADA.

51. *Lám.* 3ª—*Fig.* 11ª Sea ABCD la figura dada: póngase GH igual á BA; fíjese en B el compas, y abierto en D se hace el arco DE, que se repetirá de M en L poniendo en H la punta: júntense en A el compas, describiendo con el intervalo AC, el arco GF, que repetido igual en NI, y trazadas las rectas IL, GI y LH se tendrá la figura GILH igual á la dada.

REDUCIR.

52. *Lám.* 3ª—*Fig.* 11ª Sea KZ el tamaño propuesto para la base AB: establézcanse los ángulos PKZ y KZO iguales á los CAF y DBE dejando los lados KP y ZO indefinidos. Puesto en un lugar á parte la recta RS igual á BA, describiendo el arquito RQ, en el cual colocada la medida KZ se tirará la recta QS: mídase el lado BD y póngase de S en T trazando el arco TX, con cuya medida se determinará el lado ZO, tómese la medida de CA y póngase en SU indicando otro arquito UV, mídase este y determínese KP, y con la recta PO se acabará en pequeño la figura totalmente simil á la grande ACDB. El ángulo RSQ, se nombra de proporcion.

AUMENTAR.

53. *Lám.* 3ª—*Fig.* 11ª Para esto, no hay mas que abrir el ángulo de proporcion y obrar segun se dijo en el párrafo anterior: pero si el tamaño fijado fuese mayor de vez y media que el del modelo, entónces, establecidos los dos ángulos EBD,FAC iguales á PKZ y OZK, dejando los lados BD,AC indefinidos; se trazarán dos rectas RS,RQ, una, igual á la base dada, y la otra á la de la muestra; haciendo vértice en R y trazada la recta QS quedará en QRS el ángulo de proporcion. Póngase de R en Ñ y de R en Y, las dimensiones ZO y PK; tírense desde Y y Ñ dos paralelas á QS hasta tocar RS, y se tendrán en RT el lado BD, en RJ el otro AC: condúzcase CD y se tendrá en grande la figura propuesta en nada de disimil á la chica.

Dados tres puntos á voluntad, que no sean en línea recta, hacerles pasar un círculo; y dado un círculo, encontrarle el centro.

54. *Lám.* 4ª—*Fig.* 1ª Sean A,B C los puntos dados: póngase el compas en B y con una abertura cualquiera, pero mayor de la mitad de la de un punto á otro, hágase el círculo FHG, y sin variarla múdese la punta en A y despues en C, cruzándole en F,H,E,G y pasando por las opuestas intersecciones las rectas HF,GE señalarán en D el centro: puesta en él la punta del compas y abierta la otra en A se corre el círculo que pasará indudablemente por dichos puntos.

55. Para encontrar el centro de un círculo dado ABCI, póngase el compas en un punto cualquiera de su periferia y abierto á voluntad hágase el círculo MPL; sin mover su abertura, efectúense en él las cuatro intersecciones P,O,N,Q poniendo la punta del compas en M y despues en L: pásense por las intersecciones opuestas las rectas PO,QN que intersecándose encontrarán el centro en D.

Dados dos puntos, uno en una recta y el otro á fuera de ella, de modo que trazando de uno á otro una recta, no le sea perpendicular, encontrarles el centro en la misma para hacerles pasar la periferia, y dado el rádio hacerle pasar por dos puntos igualmente dados.

56. *Lám.* 4ª—*Fig.* 2ª Sea QU la línea, R y Q los puntos dados: póngase en R el compas y con abertura mas grande que la mitad de uno á otro, descríbase el arco indefinido ST, cruzándolo con la misma abertura en T,S, trasfiriendo la punta en Q; y pasada por estas intersecciones una recta, señalará en K el deseado centro: en el cual, puesto el compas y abierto en R, se trazará la curva que necesariamente pasará tambien en Q. Si es dado el rádio por ejemplo: AD, y los dos puntos A y C: se abre el compas como el rádio dado, y fijada en A la punta se describe un arquito, el que se cruza mudando la punta en C; resultando en la interseccion D el centro comun á los dos puntos A y C.

FORMACION DE UN CUADRADO.

57. *Lám.* 4ª—*Fig.* 3ª Sea la línea AB la base: se pone en B la punta del compas, con el intervalo BA haciendo el arco AED, y sin mover su abertura se apoya en A trazando el arco BEC, que formará con el otro la interceccion E; póngase en este punto el compas, y con el intervalo EF, mitad del arco EB, se harán las intersecciones C y D, desde los cuales trazadas las rectas CA,CD,DB quedará perfecto el cuadrado.

CONSTRUCCION DE LOS POLÍGONOS.

58. En la construccion de los polígonos, ó es dado el círculo ó el lado: si el círculo, se ha de encontrar á este el tamaño proporcional del lado; y si el lado, se tendrá que buscarle la proporcionalidad del círculo.

CONSTRUIR UN POLÍGONO CUALQUIERA SIENDO DADO EL CÍRCULO.

59. *Lám.* 4ª—*Fig.* 4ª Sea AGF el círculo; se traza el diámetro A 5, el que se divide en un número de partes igual al de lados que se quiere tenga el polígono, las que establezco en cinco. Se afirma el compas en A y abierto en 5 se describe la porcion de círculo 5B, y sin variar su abertura mudada la punta en 5 se cruza con el otro en D; de esta interceccion tirando una recta que pase por la segunda division 2 á tocar el círculo, proporcionará en AE la quinta parte del círculo; y por consiguiente repetida dicha medida de E en F, de A en H, de H ó de F en G, y trazadas sus cuerdas, se tendrá el pentágono: lo mismo hágase por cualquier otro polígono. La recta que proviene de D, la que determina el lado, siempre ha de pasar por la segunda division.

CONSTRUIR UN POLÍGONO CUALQUIERA SIENDO DADO EL LADO.

60. *Lám.* 4ª—*Fig.* 4ª Sea TL el lado del pentágono: hecha en una escala cualquiera la operacion del párrafo anterior y obteniendo el lado A E, se traza de E una recta al centro en C, tómese la medida TL, la que puesta de E en M y tirada de M una paralela á AC dará en la EC el centro N; en el cual puesto el compas y abierto hasta M se corre el círculo proporcional EQS; repítase en él de E en Q, de M en S y de S en R el lado EM y se tendrá el pentágono deseado.

61. Ahora, si la medida dada en lugar de mas chica fuere mas grande del lado EA como en IL; encontrado con la operacion primera el lado E A, se prolongará igual á IL en O, y EC hacia P, y trazada de O una paralela á CA, dará en P el centro del círculo proporcional para que tenga IL cinco veces cabida.

62. Debiendo dichos polígonos, ser concéntricos no hay mas que, obtenidos los radios MN, OP, fijar la punta del compas en C, en lugar de N y P.

63. El exágono no necesita de dichas reglas; pues siendo dado el círculo su radio es el lado del exágono, y por consiguiente siendo dado el lado, es este mismo el radio del círculo.

DESCRIPCION DE UNA ELÍPSIS.

64. *Lám.* 4ª—*Fig.* 5ª Fijados los diámetros mayor AB y menor C D, se toma el semi-diámetro del mayor y puesto el compas en C, una de las estremidades del menor, se hacen en el primero las dos intersecciones F é I, llamadas focos de la elípsis; tómese á voluntad, con el compas, una porcion AH, con la cual puesta la punta en F se describe la porcion indefinida de círculo NP, y con la misma abertura traspuesta la punta en I se hará la otra QT; con BH resto del diámetro, poniendo el compas en I se hacen las intersecciones N,P, y cambiando la punta en F se practican las otras Q y T: tómese tambien á voluntad otra porcion AG y haciendo centro F y despues I, se describen los arcos MO, SR: y tomado el resto BG apoyan-

do en F y en I el compas se practicarán las intersecciones O,M y S,R; por cuyos puntos pasando la curva quedará descrita la elípsis pedida.

LÍNEA ESPIRAL.

65. La línea espiral es una curva que en lugar de girar paralelamente en derredor de un centro como la del círculo, empieza á mas ó menos distancia de él y siempre enroscándose acaba en el mismo. En el círculo todos los radios son iguales, pero todos desiguales en la espiral. En donde empieza la rosca se llama nacimiento, y centro ú ojo en donde acaba.

La naturaleza nos proporciona magníficos y abundantes ejemplos de espirales, ya en los rizos de los niños, en las trompas de varias mariposas, en las conchas de muchos moluscos, en las guias de la parra y de muchas otras plantas trepadoras, así como en los tiernos pimpollos y hojas de los helechos y otros vegetales.

Los antiguos arquitectos, aprovechando de estos ejemplos, formaron la noble y elegante voluta que decora el capital jónico, y otros adornos

La espiral no siempre acaba en el centro, aunque siempre se dirija á él; á veces se pierde en la periferia de un pequeño círculo, como son casi siempre las volutas.

DESCRIPCION DE LA ESPIRAL.

66. *Lám.* 5ª—Establecido el diámetro mayor BA, y el número de giros que fijo en dos; se pone en un lugar á parte, en los dos catetos, voluntaria y aproximadamente los dos semidiámetros, y cuidando que entre los dos compongan la extension BA, cerrando el triángulo con la hipotenusa JI; y puesto el compas en I se traza con la abertura IL el arco LH que diviso enmedio, se subdivide en M, por cuya division pasada IF establecerá en LF un semidiámetro mas aproximado que LI, el cual tomado con el compas se pondrá inmediatamente de L en R, y agregada al cateto LJ la diferencia RI de J en O, se le traza su hipotenusa OR; puesto en R el compas y trazado con la abertura RL el arco L5', se divide enmedio, y despues en la otra mitad 7', y pasada la recta por esta division y tambien por 6', tendremos definitivamente determinados en L2' el radio menor de la vuelta entera, y en L1' el semidiámetro menor del diámetro mayor, el cual, tomado con el compas y puesto de B en C, establecerá en C, el centro de la espiral. Póngase en C el compas y con el radio CA trácese el círculo ADE, poniéndole los otros tres diámetros TD,GE,QP; divídase A8, en ocho partes iguales numerándolas, trazando de las divisiones los radios al centro: ahora, tomada la dimension L2' se pone en CS y C8^2, y la L1' en C4^2, y pasada la curva por los tres puntos 8^2,4^2,A (§ 54, parte 1ª), se tendrá el arco que llamo determinador, el cual intersecando los radios los determinará todos proporcionalmente; tomado con el compas el radio C1^2 y puesto en CG,C2^2 en CK,C3^2 en CN, dejando C4^2 que ya se fijó en CB; C5^2 en CÑ,C6^2 en CU, y C7^2 en CV, completando el giro en S. Para el otro arco determinador, diviso en medio el arco L6' y pasada la recta R3' determinará en L3' el segundo semidiámetro vertical y menor, el que puesto de C en 1^3 y de C en 9, se hará pasar como se hizo con A,4^2,8^2, el segundo arco determinador S9C; pón-

ganse los radios determinados en CX,CY,CZ,$C2^3$,$C3^3$ y $C4^3$: tomada con el compas la extension media entre $C1^2$ y CA, se halla con esta el centro comun de G y A (§ 56 par. 1ª), y se traza el arco AG; y como éste todos los otros hasta su conclusion en C.

67. Si la espiral debe terminar en un circulito; entónces, puesto segun su radio en L4', se coloca en R el compas y con el intervalo R4' se traza el arco 4'8', el que se dividirá en un número de partes igual al de giros que se quiere de la espiral.

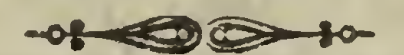
68. Debiendo inscribir una espiral entre dos círculos concéntricos dados; entónces se harán iguales los catetos del triángulo, resultando rectángulo isóceles en lugar de escaleno; obrando en lo demas segun dije.

69. Dividiendo el diámetro mayor en 16 partes, dando 9 partes al semi-diámetro mayor y siete al menor, se obtendrá la voluta del antiguo capitel jónico.

FIN DE LA PRIMERA PARTE.

PARTE SEGUNDA.

PERSPECTIVA LINEAL.



1. Así como la geometría mide y considera los objetos como verdaderamente existen y se perciben por medio del tacto: la perspectiva enseña la manera de representarlos correctamente del modo que se ven: y por eso esta última, se llama justamente, base del arte del diseño y de la pintura.

2. *Lám.* 6ª Póngase uno, mirando á una gente, un árbol, un edificio ó cualquier otra cosa, lo mismo que el personage SV, y entre él y los objetos póngase un marco con un cristal bien limpio ABCE, de manera que los lados AB,CE queden paralelos á la línea de los ojos IL: (1) sus ojos (2) recibirán el vértice de una pirámide de rádios, conocida por pirámide ó cono óptico, (3) cuya base es ABEC, y VP la normal, llamada mas bien rádio principal; siempre perpendicular á la base, á la línea de los ojos, al horizonte, espresado en PD y sus paralelas.

3. Dicho rádio principal, tocando el vidrio, señalará en el medio del horizonte (4) el punto principal P: la otra extremidad V del mismo rádio, es el ojo observador ó punto de vista. (5)

---

(1) Línea de los ojos, llamo una recta que tangente las pupilas como IL.

(2) Sus ojos etc. El vértice de la pirámide ó cono óptico, ni uno ni el otro ojo lo reciben de un modo absoluto, sino los dos con una rápida alternacion, lo que establece un punto medio entre los dos ojos, ocasionando la fusion que notamos en los objetos, ofreciéndonos un contorno como nos lo da la perspectiva, pero esfumado dentro y fuera. Lo que nos muestra claramente el estereoscopio, con la diferencia que no existiendo en éste la fusion, hace que veamos una mayor cantidad del objeto, tal como si lo miráramos detenidamente con un ojo y despues con el otro.

(3) Pir. etc. Será pirámide ó cono, segun sea la seccion rectilínea ó circular.

(4) Parece imposible que haya autores, que crean indiferente poner en medio del horizonte del cuadro, á un lado y aun fuera de él, el punto principal, lo que es no solo absurdo sino repugnante; pues alejando el punto principal del medio del horizonte, obliga al observador á mirar, no directa sino oblícuamente el cuadro, cosa sumamente incómoda y que lastima la vista.

Siendo el cuadro una seccion perpendicular del cono óptico, cuya normal ó rádio principal es perpendicular á la línea de los ojos como al cuadro, tiene forzosamente que establecer el punto principal en medio del horizonte. Solo se concede en las operaciones demostrativas, alejarlo del centro para mayor claridad de las mismas.

(5) Muchos profesores de perspectiva, y catedráticos confunden el punto principal con el de vista; siendo el uno muy distinto del otro: pues el punto de vista es la extremidad del rádio principal en el vértice de la pirámide ó cono óptico, y el principal es la extremidad opuesta que toca la seccion.

3 A. Dos son los horizontes que se conocen, los que llamo verdadero y perspectivo.

Llamo verdadero al que se halla en el máximo de la distancia, en donde acaba la diminucion de los objetos; aquel término que vemos en la mar, en un gran lago ó en una estensa llanura, que nos separa el cielo de la tierra; el cual conserva constantemente la altura ó nivel del ojo.

Horizonte perspectivo es aquel que pasa por el punto principal y los de distancia, el cual puede combinarse y coincidir con el verdadero, como se puede tambien separar elevando ó bajando la cabeza, variándola del sentido vertical, y hasta poner el radio principal totalmente vertical, como sucede en la perspectiva de bajo en alto y de alto en bajo.

3 B. Lo mas conveniente, agradable á la vista y ventajoso para la pintura, lo que enseño y practico yo mismo, es cuando el horizonte perspectivo coincide con el verdadero, lo que es cuando la seccion del cono óptico es vertical; porque solo entonces todas las verticales de la escena se hallan perpendiculares al horizonte y paralelas entre ellas. Por eso todos los casos en que el horizonte perspectivo se separa del verdadero los dejo como desventajosos, ó mas bien como un modo vicioso de ver y escojer. Sin embargo, daré un ejemplo de la perspectiva ó seccion horizontal, que es la que se llama perspectiva de bajo en alto y de alto en bajo.

3 C. No moviendo la cabeza no varia el punto principal; pero por poco que se mueva, el radio principal varió y con él el punto principal y el horizonte. Aquí estriba la necesidad de no mover la cabeza cuando se copia del natural.

4. La línea D'D' es la vertical: y por consiguiente es perpendicular al horizonte. Haciendo centro P, y doblando el rádio principal en el horizonte establecerá en D,D los puntos de distancia horizontales: y repitiendo lo mismo con la D'D' los verticales: todos equidistantes y cortados por el círculo vertical cuyo punto principal es el centro.

5. La recta AB es conocida por línea de tierra ó término inferior: la CE por término superior ó línea aérea: y las AC y BE por términos verticales ó laterales del cuadro.

6. La superficie ABEC se llama plano perspectivo ó cuadro: á la ABMH se le dice plano geométrico: que sirve para trazar las plantas y perfiles de los objetos que se quieren poner en perspectiva: como tal puede considerarse cualquier lugar en que se dibuje geométricamente, y á veces sirve provisionalmente á éste efecto, hasta el mismo plano perspectivo.

7. A todos los puntos que se hallan en el círculo vertical y fuera de él, menos el principal y los de distancia, se les da el nombre comun de accidentales.

8. Presenciando cerca ó distante algun hecho ú otra cosa del natural, siempre es una seccion del cono ó pirámide óptica: cuya representacion para que no salga desagradable, el rádio principal ha de ser, por lo menos, vez y media el lado mayor de la base.

9 El término superior y el inferior del cuadro, el horizonte y la línea de los ojos son paralelas entre ellas geométricamente: así como se consideran tambien paralelas entre sí todas las verticales que se hallen en el cuadro; á pesar de que en realidad ó geométricamente hablando, ningúna vertical pue-

de ser paralela á otra, á menos que viniendo del lado opuesto de la tierra, haga parte de un mismo diámetro.

10 Las líneas perspectivas para ser paralelas entre sí deben salir de un mismo punto: que siendo horizontales, estará en el horizonte, si ascendentes lo tendrán mas alto y mas bajo si descendentes.

11. *Lám.* 7ª—*Fig.* 1ª Las líneas perspectivas BA y BL son paralelas, porque tienen un mismo punto de concurso en B, y ascendentes por tenerlo mas alto del horizonte: las PA y PI son tambien paralelas por salir ambas de P, y horizontales por estar este punto situado en el horizonte: finalmente, las AF y FS son paralelas concurriendo en el mismo punto F, y por estar dicho punto mas bajo del horizonte son descendentes: la línea G A no es paralela á ninguna de las dichas, saliendo de un punto distinto G.

12. Punto de concurso puede decirse de cualquiera, sea en el horizonte, sobre ó debajo de él, no esceptuando los puntos principal y de distancia.

13. Las líneas que salen del punto principal, á mas de ser paralelas entre ellas y de naturaleza horizontal, hacen ángulo recto con la línea de tierra y sus paralelas: y ángulo de 45° con las que provienen de los puntos de distancia: por ejemplo, las líneas PA y PI son en ángulo recto con MN, QR,DD', etc.: y semi-recto ó de 45° con las D'A y DA.

14. Las líneas que salen de un punto de distancia, son en ángulo recto con las que salen del otro opuesto, como D'A con AD: y de 45° con las que salen del punto principal, con la línea de tierra y sus paralelas, como P A,PI y MN.

ENCONTRAR EN EL PLANO PERSPECTIVO, LA POSICION *de un punto dado en el plano geométrico.*

15. *Lám.* 7ª—*Fig* 1ª Desde el punto C, dado en el plano geométrico se conduce una perpendicular á la línea de tierra hasta tocarla en I, prolongándola perspectivamente desde este punto, dirigiéndola al principal P: recuéstese el intervalo IC sobre la línea de tierra en IH, tírese desde H una recta á la distancia, y la interseccion O será la aparencia perspectiva del punto.

DEMOSTRACION.

16. Las rectas HI é IC puestas en el plano geométrico son iguales y en ángulo recto: la recta CH que desde la extremidad de una va á tocar la de la otra, hace ángulo de 45° ó semi-recto con las dos, formando las tres un triángulo isóseles y rectángulo: igual, pero perspectivamente, la OI y la IH, son en ángulo recto é iguales: en ángulo recto porque la OI procede del punto P, que es el principal (véase el § 13), é iguales, porque siendo en ángulo recto son determinadas por otra que viene del punto de distancia, (§. 13) que lo hace de 45° con las dos; quedando el triángulo perspectivo HIO, como el geométrico HCI rectángulos é isóceles. Ademas, el lado HI es comun á los dos triángulos; claro está que el perspectivo y el geométrico son iguales. Queda, pues, clara y definitivamente demostrado que

el punto O, encontrado en el plano perspectivo es la verdadera y cabal representacion de C dado en el plano geométrico. En esta demostracion descansarán todas las siguientes operaciones.

PONER PERSPECTIVAMENTE EN EL CUADRO ABCE, EL *pavimento geométrico* 1, 7, 8.

17. *Lám.* 7.—*Fig.* 2ª Establecidos en el horizonte el punto principal P y el de distancia en D, desde todos los puntos 1, 2, 3, 4, etc. de la línea de tierra, en que hieren las divisiones perpendiculares de las piedras, diríjanse rectas al principal, P; y segun quedó demostrado en la precedente operacion, poniendo una recta perspectiva que haga con las dichas ángulo de 45°, á cuyo efecto deberá dirigirse á la distancia, se encontrará la apariencia perspectiva del punto 8 en O; igualmente que de todas las otras lozas, como las corta geométrica y diagonalmente la recta 1 8 en la planta. Desde todos los puntos, ó intersecciones perspectivas puestas paralelamente á la línea de tierra las rectas FK,GI,HJ,LM,SN y ÑO quedará acabado el pavimento perspectivo igual al geométrico 1 8 7.

18. Queriendo seguir mas adelante el enlozado, se prolongarán las rectas perspectivas hácia el punto de concurso, que es el principal, conduciendo desde Ñ una recta á la distancia, la cual dará en sus intersecciones desde Ñ á Q la degradacion perspectiva de otras seis líneas de lozas; que si no bastaren, se tirará desde R otra recta á la distancia, cortando la P7 en T; y así repitiendo otra ú otras rectas á D, si se deseare prolongar mas el pavimento.

PONER EN EL CUADRO UN CUBO EN PERSPECTIVA, *y aplicacion de la escala huyente.*

19. *Lám.* 8ª— Sea ABCE el cuadro, P el punto principal y D el de distancia. Cuando se quiere que la figura quede en el cuadro de igual tamaño que la geométrica, se pone la planta en el punto en donde se ha de levantar la perspectiva; por ejemplo en I, como si allí mismo fuese la línea de tierra: considerando todos los demas puntos ó ángulos de dicha planta H, F,G como dados en el plano geométrico, encontrando á cada cual su posicion perspectiva en K,L,J obrando como se dijo en el § 15 de esta parte; y trazadas las rectas IK,KL,LJ,JI se tendrá la planta perspectiva del cubo. En un punto aparte I', de la supuesta línea de tierra, póngase horizontalmente en I'Y, ó verticalmente en I'V, segun mas acomode, la medida geométrica IG: desde sus extremidades I^1, V diríjanse dos rectas en un punto cualquiera del horizonte A'. Póngase paralelamente á la línea de tierra, desde los puntos K,L y J, las rectas KX,JZ,LU: y levántense las verticales XR,ZS,UT; tomada con el compas la medida XR, se coloca verticalmente de K en M, la ZS en JN, la UT en LO y en el punto I la IG ó I'V: tírense las rectas MÑ,ÑN,NO,OM y se tendrá el cubo perspectivo propuesto.

20. Las paralelas perspectivas A'I y A^1V constituyen la escala perspectiva ó huyente, la cual, como vimos, sirve para encontrar las alturas de

los objetos, disminuidos con la debida degradacion perspectiva, relativamente á la distancia en que se encuentren de la línea de tierra: y se basa en este axioma: si dos ó mas rectas paralelas se hallan limitadas por dos paralelas, son iguales. La escala huyente es útil sobre todo, cuando los puntos de concurso están fuera del alcance.

AGREGAR AL CUBO YA HECHO OTROS IGUALES.

21. Queriendo poner otros cubos en la misma direccion é iguales al ejecutado; se prolongan los lados JI,KL,MO,ÑN hácia el punto de concurso: desde un punto cualquiera P, pero en el horizonte, se tira una recta que pase por J, señalando en la supuesta línea de tierra RI' el punto 1': fíjese desde éste, en 2' el intervalo de uno á otro cubo, pasando en B' otra proveniente de P; repítase de 2' en 3' la extension I 1', que representa la de un lado: otro intervalo de 3' en 4', y la de un lado de 4' en 5'. Ahora tírese desde el punto P la L1, y repítanse de 1 en 2, de 2 en 3, de 3 en 4, etc.; las dimensiones 1'2,2'3',3'4, etc, y trazadas de los puntos 2,3,4 y 5 rectas á P, se tendrán los puntos F',G',K', y J'; levántense las verticales B'N', C'Ñ',D'O',E'P'; y las F'L,G'H,K'M'J'Q'; y trazadas las rectas L'N',H'Ñ, M'O',Q'Q, y los trozos D'7,B'6 se tendrán acabados los cubos propuestos iguales al primero.

DEL MODO QUE SE EMPLEA FALTANDO LUGAR PARA *toda la distancia.*

22. *Lám.* 9ª— Sea A el punto que nos sirve de ejemplo. Habiendo toda la distancia, se practicará como se dijo en el § 15, es decir, recostar en BC, toda la extension BA; hallar en I la aparencia perspectiva, cortando la PB, con la CD. Supóngase ahora, que por falta de espacio tengamos que minorar una tercera parte la distancia en $\frac{2}{3}$D: se deberá entónces, poner tambien un tercio ménos de la extension AB en BH, y tirada la recta H$\frac{2}{3}$D se tendrá en I el punto. Póngase una tercera parte de la distancia en $\frac{1}{3}$D, y colóquese igualmente de B en G un solo tercio de BA, y se tendrá con la recta G$\frac{1}{3}$D la interseccion igualmente en I. Se concluye que, tomando una parte cualquiera de la distancia, basta que se recueste en la línea de tierra una igual y proporcional parte de BA, se tendrá siempre en I la interseccion. (*Véase* § 48, *parte* 1ª)

PUESTA UNA RECTA PERSPECTIVA, CONDUCIRLE DE UN *punto dado fuera de ella una perpendicular.*

23. *Lám.* 9ª— Sea AB la recta perspectiva y O el punto; hágase pasar por éste, una paralela al horizonte hasta alcanzar la dada, ó prolónguese aquella, a fin de obtener el contacto R. Desde el principal tírese una recta que pase por un punto cualquiera Q de la AB, hasta tocar la OR en I, y otra desde la distancia pasando por Q en M: considerada OR como línea de tierra, bájesele desde I, la perpendicular geométrica IN, igual á la extension IM, y se tendrá en la NR la postura ó direccion geométrica de la AB. Póngase á la dicha NR, desde O, una perpendicular geométrica OL (véase § 44, parta 1ª), y encontrada la posicion perspectiva de L en C

(véase § 15,parte 2ª), se tendrá en CO la perpendicular deseada. Si por la posicion ó espacio no se pudiese hallar el contacto R; se encontrará entonces, la posicion geométrica de otro punto A en G, á fin de que pueda realizarse la postura de la recta perspectiva dada, para poderle trazar la perpendicular geométrica desde el punto dado.

24. Si el punto dado estuviese muy lejos de la recta perspectiva, como Z, se le pasará una paralela al horizonte con extension voluntaria; y hallada en su extremidad 2, la posicion geométrica, que se obtendrá con una paralela á RN en $2Z^2$, se le trazará desde Z la perpendicular, que se obtendrá fácilmente con una paralela á OL: supuesta la 2Z, línea de tierra y encontrada la apariencia perspectiva de Z^2 en Y, se pasará en este punto desde Z hasta alcanzar la dada AB en Z^1, la deseada perpendicular perspectiva.

25. Si el punto dado fuere en Ñ, se le trazará la paralela al horizonte ÑK, la cual se considerará línea de tierra: póngase desde su extremidad K la JK paralela á RN, y desde Ñ otra paralela, pero á OL; encuéntrese la posicion perspectiva de J en V, y apuntada la regla en V y Ñ, se trazará de Ñ en X la propuesta perpendicular Si el punto dado fuese en la misma recta como C en AB; encontrada la posicion geométrica de la línea y del punto, y puesta la perpendicular á tocar la línea de tierra en O, se tirará de este punto á C la perpendicular.

PONER UN CÍRCULO EN PERSPECTIVA.

26. *Lám.* 10ª—(1) Establecido el cuadrante QA4, se divide en cuantas partes se quiera, por ejemplo en cuatro iguales 1,2,3,4; desde cuyas divisiones se conducen á la línea de tierra rectas perpendiculares á señalarle los puntos J,B,C,D,E y poniendo en J la punta del compas se repetirán del otro lado en F,G,H,I; de todos ellos diríjanse rectas al principal. Pero debiendo obrar con la mitad de la distancia, encuéntrese la apariencia perspectiva del punto A en A'; (v. § 22, parte 2ª), pasando por este punto, de uno y otro lado la recta KL; y segun el mismo párrafo, córtese LN igual á KL; póngase la NM y se tendrá el cuadrado perspectivo MKL N. Tírense las diagonales KN, ML; póngase la regla en las intersecciones 6 y 6', cortando la BP y PF en O,O'; cámbiese la regla apoyándola en 7,7' y se cortarán las dichas BP y PF en T,T'; apóyese en O^2 y O^3 la regla, córtense la DP en P^2, y la PH en P^1; colóquese despues en R y R' intersecando las mismas en V^1,V; pásese por el centro una paralela al horizonte cortando KM en Z y LN en A^2: y se tendrán juntamente á 8,8^1,9,9^1, 16 puntos para trazar el círculo propuesto.

Inscribir en el círculo ya hecho otro perspectivo y concéntrico.

27. *Lám.* 12ª Para no confundir al discípulo con demasiadas líneas, trasfiero en esta el círculo $ZA^1A^2A^3$, hecho en la lámina antecedente,

(1) Puesto á voluntad el círculo geométrico, y fijados en él cuantos puntos uno quiera, se les encontrará su apariencia en el plano perspectivo, tratando cada uno de ellos como se obró en la lámina 7ª fig. 1ª parte—2ª parrafo—15; para encontrar la apariencia perspectiva del punto dado en el plano geométrico. Se abreviará economizando espacio y líneas obrando en el modo siguiente.

con el mismo horizonte, línea de tierra y distancia. Desde los puntos 1,2, 3,4 del cuadrante, tírense los radios á cortar el menor en $1^1,2^1,3^1,4^1$ poniendo de estos puntos las perpendiculares á la línea de tierra, desde donde se dirijirán al principal. Pónganse todos los diámetros al círculo perspectivo de una a otra division opuesta, y en donde cruzen con las rectas perspectivas directas al principal, serán los puntos para pasar la curva del círculo. Poniendo en JE la mitad de JÑ y tirada desde E una recta á ½D, ó tirando de este último una recta que pase por H^1 se obtendrá el punto F, y el otro G, tirando desde H, mitad del radio IQ, otra recta á la ½D.

CIRCUNSCRIBIRLE OTRO CONCÉNTRICO.

28. *Lám.* 12ª Siendo mas grande el círculo concéntrico que se ha de agregar se prolongarán indefinidos los radios del perspectivo y los del geométrico hasta tocar su periferia en 1",2",3",4" desde cuyos puntos, puestas á la línea de tierra las acostumbradas perpendiculares, dirigiéndolas desde ella al principal; se pasará la curva perspectiva del círculo por las intersecciones S,Y,A,B,C, etc La interseccion M^1 se efectuará poniendo desde la mitad del radio Q^1Y una recta á ½D.

PONER UNA BASE EN PERSPECTIVA.

29. *Lám.* 13ª Hechos los círculos perspectivos iguales á los de la planta geométrica BAI , segun enseñé en los §§ 26, 27, 28 [parte 2ª]; se levantan verticales indefinidas en todos los puntos en que quedan cruzados por los diámetros y las diagonales. Puesto el perfil geométrico en O6, de los puntos O, 1,2,3,4,5 y 6 que señalan la altura de los diferentes miembros, dirijidas rectas á uno comun en el horizonte, formarán la escala huyente (§ 19 y 20 parte 2ª), á la cual tiradas las rectas BO, FR y GT paralelas al horizonte, y levantadas las verticales R6, y T6, se tomarán una á una, con el compas, las medidas O6, poniéndolas en B6,I6,C6 y numerándolas; las R6 se ponen en E6 F6, y en G6, K6 y H6 las de T6. Desde el punto 6 sobre la C, tírese una recta al 6 de G, señalando en las verticales elevadas en C^3 y G^3 los puntos 6^1 ; tírese otra recta del punto 5 al 5 opuesto, la que indicará los 5^1; trazando de uno y otro lado la parte 5^16^1 que representa la 56 del perfil geométrico; condúzcase de 4 á 4 su recta, y de 3 á 3, trazando el imoscapo y liston; del 2 al 2 y del 1 al 1, trazando toro y plinto: repítase dicha operacion dibujando los perfiles sobre la otra diagonal BH, y los diámetros, FE, IK; pásense las curvas por los 6^1 y despues por los 5^1, 4^1, 3^1, 2^1, 1^1 y se tendrán las partes redondas de la base: póngase de 1 sobre B al 1 sobre C una recta, de este último al 1 de H otra, y hecho lo mismo desde el 1 de B al de G tendremos acabada la base.

PONER SOBRE LA BASE SU CAPITEL.

30. *Lám.* 13ª Establézcase en A9A'A" proporcionalmente á la base la planta del capitel, y su perfil en Q8; levántense las verticales BJ,C D' hasta QD' altura del perfil geométrico determinando las GL',HM con dos rectas tiradas al punto principal P, desde J y D'; puestas las diago-

nales D'L', JM y los diámetros NU, VV'; trazados los círculos perspectivos correspondientes á los de la planta geométrica, bájense las verticales como se levantaron para encontrar la base; poniendo las alturas de los miembros del perfil mencionados, en las JB,NI,D' C y numerándolas; colocándo las S8 en las V'F,VE; y las Z8 en las L^1G,UK,MH; y así poniendo rectas de un número á otro opuesto y correspondiente, como se practicó en las verticales puestas en la diagonal CG de la base, se trazarán todos los perfiles, por los cuales pasando las curvas perspectivas ylas rectas del ábaco, se tendrá sobre la base el capitel deseado.

PONER EN PERSPECTIVA UNA ESCALERA DE CARACOL.

31. *Lám.* 14ª Descritos los círculos perspectivos, y trazados los dodecágonos grande y chico segun la planta geométrica ABC; se levántan del centro y de todos los ángulos de dichos polígonos, verticales indefinidas. En un punto cualquiera de la línea de tierra, póngase una vertical, señalando en ella las alturas geométricas de los escalones y numerándolas 1,2,3,4,5, etc. formando la escala huyente, tómense en ella todas las medidas de GG^1, poniéndolas sobre el eje MZ con sus respectivos números; mídase L1 en la escala perspectiva y póngase en las dos verticales del polígono mayor en N1 y L1; mídase L2 en la escala y póngase en la vertical L2 del polígono, tomada E2 en la escala se pondrá en E2 del polígono; E3 de la escala en E3 del polígono, F3 en F3, F4 en F4, y siguiendo hasta el fin. Apóyese la regla en el punto 1 sobre N y 1 del eje, tirando una recta hasta encontrar en 1' la vertical correspondiente del polígono menor, apóyese la regla en 1 sobre L y en 1 del eje trazando la recta hasta la correspondiente vertical en 1^2: apóyese en el punto 2 de L y el 2 del eje llegando á tocar en 2^1, desde el 2 de E al 2 del eje tocando en 2^2, del 3 de E en 3^1, del 3 de F en 3^2, del 4 de F en 4^1, y número por número dirigiendo la recta á su igual del eje y acabándola en la vertical que le corresponde del polígono menor se tendra hecha la escalera de caracol.

PERSPECTIVA DE BAJO EN ALTO Y DE ALTO EN BAJO.

32. *Lám.* 15ª En este género de perspectiva se practica del mismo modo que en el otro, con la sola diferencia, que los planos horizontales se ven geométricos, y perspectivos los verticales; de manera que se hace lo mismo como si los objetos estuviesen recostados ó tendidos en un plano horizontal

33 Queriendo poner en perspectiva la columna señalada en el perfil EG H^3H, siendo su planta HH^1H^3, y teniendo que obrar con la mitad de la distancia, se toma igualmente, la mitad de la extension HE^2 poniéndola en AI, fíjese en I el compas describiendo con los radios HH^1 y HH^2 les círculos concéntricos 5 6 y MM^1: desde el centro I diríjase el eje perspectivo al punto principal P, póngase el diámetro 5 6 geométricamente perpendicular á dicho eje; diríjanse al principal las dos tangentes paralelas y perspectivas 5T,$6T^1$ y las otras dos MO M^1O^1; desde los puntos A,B,C que representan las dos dimenciones E^1F^1 y F^1G ya disminuidas de la mitad, se tiran rectas á la distancia ½D, verificando en el eje las intersecciones 7,S,L quedando las dimensiones 7 8 y SL perspectivamente iguales á las geométricas E^1F^1,F^1G;

póngase en L el compás y abierto hasta tocar las primeras paralelas, se describe el círculo ORO'; póngase la punta en 8, y ábrase á tangentar las otras dos paralelas en T'T describiendo el otro círculo TST' tírense en los puntos T y T' dos tangentes geométricamente paralelas al eje; póngasele á este una perpendicular geométrica que tangente en S, la que limitará en 1 y 2 la parte inferior de la tablita; puesto finalmente en 7 el compas y abierto a tocar las paralelas 5T, 6T' en N,N' y cortando con este intervalo el eje en V, hágasele pasar la recta 3 4 paralela geométrica de 1 2, la cual quedará cortada en los puntos 3 y 4 por medio de las 1 4 y 2 3, dirigidas al principal; y puestas dos rectas á tangentar los círculos O'O y 56 quedará totalmente acabada la columna.

34. Que la perspectiva sea de bajo en alto ó de alto en bajo, no depende sino de la posicion con relacion al que observa, que poniéndola en un suelo le será de alto en bajo; y de bajo en alto, observándola puesta en un cielo.

FIN DE LA SEGUNDA PARTE.



PARTE TERCERA.

SOMBRAS.

1. Despues del contorno son las sombras del mas grande interes en la pintura; por medio de ellas vemos depegarse los objetos unos de otros y distinguimos sus diversas superficies.

2. La luz es la que ocasiona las sombras: estas son mas ó menos fuertes y decididas segun la luz es mas ó menos resplandeciente: sin luz no hay sombras, y por eso nada se distingue en una completa oscuridad

3. La luz es de dos clases, natural y artificial; la natural es la que emana del sol y la que recibimos aun de la luna, y la artificial la que nos procuramos por medio del fuego.

4. El sol nos proporciona tres clases de luz: la primera que es la mas fuerte, se recibe directamente de él, y se llama luz de sol; la segunda es la que se recibe de una superficie iluminada por el sol, y se le dice reflejada: la tercera es la que se disfruta en un lugar abierto sin sol y es llamada difusa.

5 En la luz solar y de la luna deben distinguirse tres circunstancias segun la posicion del luminar relativamente al cuadro, que traen consigo varios modos de obrar, y son: 1ª sol paralelo al cuadro; 2ª sol detras del cuadro, y 3ª sol delante del cuadro. En el primer caso el sol es igual á las sombras: en el segundo hay mas sombras y menos sol, y mas sol y menos sombras en el tercero.

6. Siendo el sol paralelo al cuadro, se debe solo tener cuidado de la inclinacion; y de la inclinacion y declinacion estando delante ó atras. Por inclinacion se entiende de la altura del sol con relacion al horizonte: y la mayor ó menor distancia horizontal de uno ú otro lado del punto principal por la declinacion.

7. Si paralelo al cuadro (el sol) serán, en el mismo, geométricamente paralelas las sombras, y perspectivas en los otros dos casos.

8. Los grados de inclinacion y declinacion se miden poniendo el centro del semi-círculo graduado en el punto de distancia, con el diámetro en el horizonte, pasando desde el centro una recta por el número pedido de grádos, y prolongándola hasta la vertical (véase parte 2ª § 4) señalará en ella el dicho número de grados, que son de inclinacion, y queriéndolos de declinacion se pondrán los mismos en el horizonte de uno ú otro lado del punto principal.

SOL PARALELO AL CUADRO: SOMBRAS PROYECTADAS *sobre planos horizontales y verticales.*

9. *Lám.* 16ª— Para trazar la sombra de la varilla HF, por ejemplo:

45° de inclinacion, de la cual llamo pié el punto H en que descansa, y al otro F estremidad; se tira desde el pié una recta indefinida HE paralela al horizonte, cortándola á su debido tamaño con otra que tenga dicho ángulo de inclinacion con el mismo horizonte tirada desde la estremidad y se tendrá en EH la sombra.

10. Si la varilla no fuere vertical sino inclinada como GF, se bajará desde su estremidad una vertical hasta tocar el suelo, y considerando dicha vertical como varilla, se le encontrará como se dijo, el punto E, desde el cual se trazará el pié G de la misma, la sombra.

11. Sea la vara AB paralela al horizonte y clavada en la pared; desde el pié B se baja indefinidamente una vertical, la cual se corta en D con una recta tirada desde la estremidad A, haciendo con el horizonte un ángulo de la dicha cantidad de grados, y quedará en DB la sombra. Si en lugar de horizontal fuere oblícua como AC; desde su estremidad tírese una paralela al horizonte hasta tocar la pared, bajada en este punto la vertical y cortada en D, con la AD, se trazará desde D al pié C la sombra.

SOL DETRAS DEL CUADRO

Sombras proyectadas sobre planos horizontales.

12. *Lám.* 17ª En este caso se deben advertir las cosas que siguen: 1ª el sol, su inclinacion y declinacion (§ 6º): 2ª el pié del mismo que es la proyeccion vertical del primero en el horizonte: 3ª la estremidad, y se entiende aquella en que termina la parte saliente del objeto: 4ª el pié del objeto, que se considera el otro estremo en que descansa: 5ª el pié supuesto, que así nombro la proyeccion vertical de la estremidad en el plano horizontal en caso que el objeto esté inclinado.

13. Desde el pié del sol, pasando una recta por el del objeto, si este es vertical, ó diversamente por el supuesto dirije la sombra; y desde el sol pasando otra por la estremidad la determina; desde el punto determinado se conduce la sombra al pié del objeto

14. *Lám.* 17ª Sea á la varilla AB que se debe trazar la sombra; el sol está en S, desde el cual bajando al horizonte la vertical SP' señalará en P' su pié, de este pasando por B, una recta indicará la direccion de la sombra, que se determinará en C con otra proveniente del sol que pase por la extremidad A; y será BC la sombra. Si la varilla fuese inclinada como EA se pasará por el pié supuesto la direccion de la sombra determinándola en C como antes, desde donde se trazará en E la sombra.

15. Lo mismo se hará para trazar la de la piedra A'B'C'D', considerando las esquinas A'G', D'F', C'E' como otras verticales ó varillas, encontrándoles sus sombras como se hizo con la AB (§ 13.)

16. Para trazar la de la columna ó cilindro I'H'M'L', se dirigen desde el pié del sol dos rectas á tangentar dos puntos opuestos de la base, prolongándolas en adelante, y otra que pasará por el centro cortando la periferia de la misma; desde los puntos de tangencia como del de la interseccion, se levantarán verticales hasta tocar la extremidad del cilindro, con las cuales practicando como se hizo con la AB (§ 13), se tendrá en M'L'L" la sombra.

SOL DETRAS DEL CUADRO.

Sombras proyectadas sobre planos verticales é inclinados.

17. *Lám.* 17ª—Tambien en los planos verticales se deberá cuidar del sol, el pié del mismo, de la extremidad y pié del objeto, como del pié supuesto, al cual se puede agregar otro horizontal, que es la proyeccion de la extremidad producida por el pié del sol en la pared. Cuando se usa el pié supuesto horizontal, se omite el vertical y se omitirá aquel cuando se use este.

18. Para obtener la sombra de la varilla 12 proyectada en el plano vertical 134; se encuentra, 1º, la proyeccion horizontal de la extremidad 2 producida por el pié del sol sobre del plano en 4: 2º bajar en este punto una vertical indefinida y cortarla en 3, con la recta de determinacion, que desde el sol pase por la extremidad de la varilla; 3º, trazar desde el punto 3 al pié de la varilla la sombra.

19. Presenta en la práctica aun mas facilidad, bajando desde la extremidad 2 de la misma varilla una vertical hasta el suelo, formando en 5 un pié supuesto, pasar por este la recta de direccion a tocar la pared en 6, levantarla allí verticalmente y cortarla en 3 con la recta de determinacion: poniendo desde el punto determinado 3, al pié 1 la sombra.

20. Si la pared variare de direccion, como sucede con la varilla GF: desde el pié del sol condúzcase una recta al del ángulo JN de la pared, la cual intersecará K'H proyeccion de la varilla, en Ñ, levantando allí una vertical á tocarla en Ñ', en cuyo punto se pasará una recta proveniente del sol á herir dicho ángulo en N, y desde este se guiará la sombra al pié F. Dirigiendo desde el pié de la esquina RY, otra recta al del sol, resultará en K'H la interseccion I', en donde levantada la vertical á tocar la varilla en X, se pasará por este punto la recta de determinacion á señalar dicha esquina en R, desde donde se continúa la sombra hasta juntarse en N. Puesta finalmente otra recta de direccion que pasando por el pié supuesto H vaya á herir el de la pared RMK en T, se levantará allí la vertical, que cortada con la recta de determinacion, se tendrá en K el punto final de la sombra, en donde concluirá conduciéndosele desde R.

21. La proyeccion de la GF^2, se obtendrá bajando desde el pié F^2 una vertical al suelo en K^2, y bajada similmente otra vertical desde G en H, se tendrá en la recta K^2H la proyeccion vertical de GF^2, obrando en lo demas lo mismo que en la GF.

22. Si el plano en lugar de seguir vertical variase inclinándose como el trozo de pared V'R'X' en el cual se fijó la varilla UV, se deberá despues de haber bajado de su extremidad U la vertical á tocar el suelo en O' pasar por este punto la línea de direccion á encontrar en Z el pié de la proyeccion vertical de la pared en que apoya el estribo, levantándole allí la vertical hasta tocar el nacimiento del mismo, cortándola en Z' con la recta de determinacion; diríjase á este punto desde el pié V de la varilla la sombra, suspendiéndola en V', donde principia la inclinacion del plano: desde el punto U' en que la línea de direccion O'Z toca la proyeccion vertical de la 7 8' levántese una vertical á tocar aquella en X', y poniendo de este punto una recta á K, verificará en U'ZK'X' la seccion del cuerpo saliente con

direccion al pié del sol; y el punto R', en que la recta X'K' corta la de determinacion UZ' proveniente de S, es á donde se ha de dirigir la sombra y acabarse.

23. Para encontrar la sombra de la varilla US', fija en la parte inclinada de la pared, se le bajará su vertical UO' pasando en O' la recta de direccion á herir la pared en U': levantándole allí la vertical U'X'; prolongada la direccion O'U' á tocar la proyeccion de la V'K' en Z, se levantara la vertical á tocar el nacimiento del estribo en K', póngase la X'K' la cual quedará cortada en R', con la recta de determinacion, desde cuyo punto se trazará la sombra al pié S.

24. Del mismo modo se obrará con la piedra J6 apoyada en la pared y en el suelo; bajando desde sus ángulos verticales, y trazando desde los piés supuestos rectas de direccion, que si fueren interrumpidas por algun plano vertical ó inclinado, se continuarán verticalmente ó inclinadas, determinándolas siempre con las procedentes del sol.

SOL DELANTE DEL CUADRO.

25. Se opera en este caso como si estuviese detras, pero con estas diferencias: 1ª que el sol se pone verticalmente bajo de su pié, y tanto cuanto se quiere alto; 2ª queriendo iluminar el lado derecho de los objetos, se deberan poner á la izquierda del punto principal los grados de declinacion y vice-versa.

SOL DELANTE DEL CUADRO.

Sombras proyectadas sombre planos horizontales.

26. *Lám.* 18ª—Sirvanos de ejemplo la varilla ON: el sol frente al punto D, y su elevacion del horizonte igual á la extension DR: traspórtese el pié del sol del otro lado del punto principal en P' y el sol en S; dirijase desde O, pié del objeto, la recta de direccion al pié del sol, cortandola en S, con la de determinacion dirigida desde la extremidad del objeto al sol, quedando obtenida en OS' la sombra.

SOL DELANTE DEL CUADRO.

Sombras proyectadas sobre planos verticales é inclinados.

27. Sea la varilla AB fija en la pared CAE, bañada por el mismo sol: bájese á su extremidad B la vertical BI' hasta el suelo, que se supone horizontal; condúzcase desde este punto la direccion al pié del sol hasta tocar la pared en F', desde donde levantada verticalmente, se cortará en E con la recta de determinacion directa de la extremidad B al sol.

28. Para encontrarla en los planos inclinados hágase del modo siguiente: puesta la varilla 14, se baja la vertical 46 de la extremidad al suelo; desde el punto 6 se tira la recta de direccion hasta tocar la proyeccion vertical de donde nace el estribo; levántese la vertical 72, tirese, desde 2 al pié 5, del mismo estribo una recta que será cortada con la de determinacion en

3, y este es el punto desde donde se ha de conducir la sombra al pié de la varilla.

29. Se podrá tambien teniendo oportunidad, servirse del pié supuesto horizontal (véase § 16, 17, parte 3ª), bajándole la vertical indefinida, siendo vertical el plano, que si es inclinado, seguirá la inclinacion segun el corte con direccion al pié del sol, la cual se cortará á su debido tamaño con la de determinacion.

ENCONTRAR EN UNA PARED LA SOMBRA PROYECTADA

por un arco apoyado en ella.

30. *Lám.* 19ª—*Fig.* 1ª Sea PD el horizonte, el sol en S, que por estar delante del cuadro, se trasfirió en S'. Desde el punto E', escogido á voluntad en dicho arco se traza, hasta tocar la pared, una recta dirigiéndola al de concurso P; desde R se pone indefinida y horizontalmente, una paralela al plano de la pared, que por medio de otra recta tirada de E' al pié del sol quedará cortada en T, desde cuyo punto bájese una vertical indefinida, la cual, cortada con una recta de E' al sol, dará en V el punto de sombra proyectado por E': y como V se encontrarán los otros X'Q'Z' para trazar la sombra.

31. Lo mismo se obtendrá usando como en el § 27 de esta parte, del pié supuesto vertical, teniendo como en aquel comodidad del plano horizontal.

DIBUJAR LA SOMBRA DE UNA SEMICÚPULA.

32. *Fig.* 2ª—Se opera con el mismo horizonte, sol y punto de concurso de la fig. 1ª: indica ABF la seccion vertical de la cúpula. Encuéntrese el semicírculo perspectivo y horizontal ACMB en que descansa la parte curva sobre la vertical; póngase desde B una recta al pié del sol, P', que cortará el semicírculo perspectivo en M, y bajando en este punto la vertical MN, indicará la sombra NBO, proyectada por la esquina OB, en la superficie curvo-vertical OBN. En un punto á voluntad de la seccion, por ejemplo H, bájese una vertical HL, póngase desde L la recta perspectiva LD' dirigiéndola al pié del sol, trazando el perfil perspectivo y curvo D'H; póngase la vertical indefinida D'I, en la cual se determinará el punto de sombra I, con una recta tirada desde H al sol. En otro punto, F, de la seccion, bajada su vertical, dirigida la recta á P' y dibujada la curva del perfil perspectivo, se obtendrá con la interseccion de la recta S'F el punto de sombra en G: de este modo se pueden obtener cuantos puntos se necesiten para trazar la sombra propuesta.

HALLAR LA SOMBRA DE UNA BASE.

33. *Lám.* 20ª—Como se obtuvo en el arco y la semicúpula encontrando los perfiles segun las secciones verticales y en direccion al pié del sol; del mismo modo se hará con la base, verificando en ella tantas secciones ó perfiles en todos aquellos puntos en que mas se dificulte el conducir la sombra;

cuyos perfiles sirven como lineas de direccion, que se determinan con rectas que de los puntos proyectantes vayan al sol. A mayor inteligencia voy á encontrar en la base ACE que nos sirve de ejemplo una seccion ó perfil y su punto de sombra.

34. Trazados los círculos perspectivos de la planta, correspondientes á las diferentes molduras, póngase una recta desde un punto á la voluntad, por ejemplo A, del mayor de ellos, que vaya al pié del sol D, y en donde corta los círculos levántense verticales, por medio de las cuales se indicará el perfil AHBCIE en el cual el punto C es el que proyecta la sombra, desde cuyo punto tirada al sol S, la recta de determinacion, señalara en B el punto de sombra: obrando así se encontrarán los otros puntos para trazar toda la sombra.

LUZ DE LUNA.

35. Las sombras que produce este planeta, se obtienen de la misma manera que las del sol. Debe advertirse, que siendo esta luz tan débil, son casi nulos los reflejos; notándose, al mismo tiempo, muy poco las localidades de los colores, modificados y misteriosamente inciertos por el influjo de su luz plateada y fria.

LUZ ARTIFICIAL.

36. Esta clase de luz siendo tan débil y de un volùmen tan pequeño en comparacion de la del sol y de la luna, á poca distancia queda vencida por las grandes masas que la rodean y confusa con las sombras. La de los volcanes en erupcion y la de las centellas eléctricas, aunque naturales, pertenecen á este género de luz, entre cuyas, la última es la mas fuerte, pero disminuye tambien hasta perderse; de manera que, á su máximo de distancia, no parecerá el mínimo resplandor de un rayo lanzado de las nubes.

37. Las sombras disminuyen cuanto mas el objeto se acerca al cuerpo luminoso si este es mas grande, por lo contrario aumentarán siendo el mismo mas pequeño que el objeto iluminado. En el primer caso alejando el objeto del luminar, aumentará la sombra y disminuirá en el segundo.

38. La luz artificial influye sobre de los objetos á mas ó menos distancia segun su mayor ó menor viveza, y siendo de la misma fuerza segun su mayor ó menor tamaño.

39. Una llama que resplandece en una habitacion, tiene un pié de luz en el suelo, punto establecido con una recta que desde la llama vaya perpendicular á él; la misma lo tendrá en el cielo ó tejado y en cada pared, todos los cuales serán puntos de direccion de sombra en cada plano, y la llama punto de determinacion de todos ellos. Por consiguiente, si dicha luz resplandece en un cuarto con cuatro paredes tendrá seis piés ó puntos de direccion, desde los cuales trazando rectas al centro de la llama serán todas perpendiculares cada cual á su respectivo plano.

40. Sin embargo, se puede en la práctica obrar con un solo pié de luz, el del suelo, y encontrar cuantas sombras se necesiten ya en planos horizontales, ya en verticales é inclinados; de cuyo método usaré como mas sencillo y aplicable en todos casos.

41. Se usa del pié supuesto como en la luz natural, siempre que el de' objeto no caiga vertical al suelo, por el cual pasa la direccion de la sombra proveniente del de la llama, que la misma determina pasando por la extremidad del objeto.

42. Si una recta paralela á un plano proyecta en él su sombra, son, sombra y recta paralelas; y oblícuas, siendo la recta oblícua al plano.

43. Si la llama es grande, su pié de luz en lugar de un punto será una superficie, igual á la del corte de la llama verificado paralelamente al plano: que si dicho corte es triangular, cuadrilátero, etc. tendrá tres, cuatro ó mas puntos de direccion y otros tantos de determinacion, cuyos últimos puntos obrarán cada cual determinando las líneas directas de su pié correspondiente y perpendicular.

ENCONTRAR LAS SOMBRAS OCASIONADAS POR *una vela.*

44. *Lám.*—21ª Empezando por la varilla CD perpendicular al suelo; se tira desde el pié A de la vela pasando por el de la varilla la recta de direccion CE, que se cortará en E con la de determinacion, que desde la llama B, pase por la extremidad D de la varilla, resultando en CE la sombra. Si la varilla fuere oblícua al suelo como DF, se encontrará en él la proyeccion perpendicular de su extremidad D en C, ó pié supuesto, por medio de lo cual obtenido el punto E, se le trazará desde el pié F, de la varilla la sombra.

45. Para encontrar la sombra de la piedra I'OKL, se consideran las dos esquinas OK, I'L como dos varillas, y se les encontrará la sombra del mismo modo que hízose con la CD: pero como á la extremidad de la IL no puede verificarse sino muy fuera del cuadro el punto de sombra, así es que se le pondrá solo la de direccion en el suelo; por lo que desde el punto G de la pared diríjase una recta al pié de luz, la cual señalará en la piedra el punto C, levántese allí una vertical a tocar la extremidad de la piedra en H, pásese por este punto la recta de determinacion, proveniente del centro de la llama, á cortar la GM en M; y como la cara I'OH del prisma es paralela á la de la pared MN, así es que basta tirar desde M una recta al punto de concurso hasta el ángulo de la pared N; hágase con OK lo que se hizo con C'H y obtenido el punto P se conducirá desde este á N la sombra.

46. Si la cara de la pared no fuese paralela á la del prisma, entónces a mas del punto M, se necesitaria buscarle otro para poderle dirigir la sombra.

47. Para encontrar la sombra de la escalera, en un punto cualquiera de la orilla del primer escalon, se baja una perpendicular hasta el plano del segundo, evitando que haga una misma línea con la de la vela, á fin de que pueda verificarse la interseccion de la línea de direccion con la de determinacion, y bajando el pié de luz al nivel de dicho plano, se encontrará su sombra lo mismo que á la varilla CD: y pasando por el punto obtenido la sombra hasta señalar en el lateral el punto Q, desde cuyo punto se continuará acabándola en R. Si la dicha orilla no fuese paralela al plano en que se baja la perpendicular, será preciso bajar otra perpendicular, encontrarle su punto de sombra y pasando por los dos puntos dirigirla hasta el lateral, acaban-

dola como antes. De la misma manera se obrará para encontrar la sombra de las otras gradas: cuidando de bajar el pié de luz á nivel del de la perpendicular, de cuya extremidad se busca la sombra.

48. La sombra del cilindro, se obtendrá, tirando desde el pié de luz dos rectas á tangentar la base del mismo, y otra que la corte pasando por el centro, prolongándolas hasta la pered, desde donde se elevaran vertical é indefinidamente; en los puntos de tangencia como en el de interseccion levántense verticales á la estremidad del cilindro, por cuyos puntos pasando las rectas de determinacion, señalarán tres puntos extremos para trazar la curva de la sombra proyectada por la estremidad del cilindro.

49. Se hallará la sombra de la varilla ST bajando á su estremidad T, una perpendicular al suelo, y considerada esta como varilla se le encontrará la proyeccion de sombra producida por T en Z; y como la dicha vara reconoce con la pared un mismo punto de concurso, se dirijirá á él desde Z, trazándola hasta el ángulo de la pared, de cuyo punto se continuará la sombra hasta el pié S.

50. Si la vara estuviese puesta oblicuamente y de manera que la sombra proyectara tambien en el tejado como UT; se encontrará la proyeccion vertical de la misma en U'T' como si continuase el suelo (§ 20 parte 3ª); se prolonga indefinido el ángulo ÑX de la pared, y desde el pié Ñ se tira una recta al de la llama; de la interseccion J, que esta última hace con la proyeccion de la varilla, se levanta una vertical á tocarla en I, pasando por este punto la recta de determinacion proveniente de la llama á herir la prolongacion del ángulo en Y'; diríjase á este último desde Z y U la sombra hasta tocar el tejado en Y y Y, acabándola de trazar en el mismo guiándola de uno á otro de estos dos últimos.

51. La sombra de la viga 214, se conseguirá, poniendo en el punto 1, escojido á voluntad en la esquina 14, la vertical 12 que señala la altura de la parte proyectante, bajándola despues hasta el suelo en 6, pasar en este punto la recta de direccion hasta la pared, elevarla en ella á tocar en el tejado, y desde allí conducirla al punto 2 cortándola en 3 con la recta de determinacion que desde la llama pasa por el punto 1: diríjase la sombra desde 3 al punto de concurso hasta tocar la pared en 5, y desde este se continuará acabándola en 4. Si la esquina proyectante 1 4 no fuere paralela á la superficie del plano, se deberá encontrarle otro punto de sombra.

PLURALIDAD DE LUCES.

53. Habiendo varias luces se deberá: 1º buscarles una á una la sombra que proyecta en cada objeto, segun se enseñó en los precedentes párrafos de esta parte: 2º observar las partes que estan al abrigo de todo radio luminoso, en las cuales será lo mas intenso de la sombra: 3º adonde hieren todas al mismo tiempo, que será lo mas claro.

54. Entre varias luces, dominará la mas grande y viva; siendo todas iguales será la mas cercana la que dominará al objeto, produciendo una sombra mas dicidida y fuerte que las otras: y siendo todas de igual fuerza y á la misma distancia del objeto, ejercerá cada cual, en el mismo, su dominio, en el punto en que sus radios le sean mas directos.

55. *Lám.* 22ª Sirva de ejemplo la piedra QNS iluminada por las luces A,B,C: buscada la sombra peculiar de cada una de dichas luces, señalando

con las letras B' la producida por la luz B; con las A a producida por a A, y con C' la producida por C. Ahora la superficie C'OA'A' quedando al abrigo de todas las luces, será lo mas intenso de la sombra; sigue inmediatamente en intensidad la A'A'A'O no recibiendo en su contra mas que los radios ya débiles de C; ménos intensa será la OC'C'A'A' recibiendo la luz de la vela A ya mas cercana; mas ligera todavia será lo restante de la sombra B'B'B'C' disminuida por las dos luces A y C, que hieren al mismo tiempo. Viceversa la superficie Q de la piedra, como la parte del suelo que mas se acerca á la vela B, es lo mas iluminado recibiendo la luz directa y cercana de B, aumentada por A y un poco por C; la luz de C bañando todo el suelo, impide el rápido desvanecimiento de la luz que hubiera en él, ocasionado por los radios mas y mas indirectos de las luces A y B; la cara N de la piedra, recibe solo la luz oblicua de A, y queda por eso muy débilmente iluminada, y ménos todavia lo será la cara S, recibiendo solo la indirecta y lejana luz de C.

LUZ DE UNA LLAMARADA.

56. Habiendo una luz de grande tamaño, como puede suceder en la erupcion de un volcan, un incendio, una llamarada cualquiera; se deberán notar en ella los puntos estremos y considerarlos como si fueran velas; quedando reducida la sombra en aquel solo espacio que esté al cubierto de los radios de todos los dichos puntos.

57. *Lám.* 23ª Pero si en la misma se hallare un punto A notablemente mas luminoso que lo demas se le encontrará la sombra, que será mas ó ménos debilitada ó borrada por la luz de los puntos extremos.

LUZ DEL RAYO.

58. Esta luz siendo producida por la traslacion estremamente rápida de un punto muy luminoso, nos hace parecer una raya mas ó ménos caprichosa la que nos indica el camino recorrido en su violenta carrera. Para hallarle la sombra se encontrarán los puntos extremos como de sus ángulos principales considerando su seccion luminosa una línea. Debiéndole indidar la direccion, se puede, y entónces, se hará dominar ménos el punto de partida; advirtiendo de no marcar demasiado dicha degradacion, porque destruiria el efecto de la instantancidad.

59. Cuando en dichos efectos se debe introducir tambien la luz de la luna, ésta dominará mas y mas con su luz á los objetos, á medida que se alejan de la del fuego, como nos lo presenta la lámina 23ª.

FIN DE LA PARTE TERCERA.

PARTE CUARTA.

ESPEJOS.

1. Espejo es la representacion ó reflejo de los objetos en las superficies lustrosas. El agua nos muestra continuamente ejemplos de esta clase; y su procedimiento es, hacer el ángulo de reflexion igual al de incidencia.

2. Una varilla que baje verticalmente sobre de una agua tranquila, su ángulo de incidencia siendo recto, será recto el de reflexion; y por eso se verá reproducida en ella del mismo tamaño: si dicha varilla se pone sobre de una corriente, la cual siendo inclinada, su ángulo de reflexion será repetido igual al de incidencia, y como no es recto, se verá disminuida su imágen y plegada por delante ó atras.

DEMOSTRACION DE LOS ESPEJOS.

3. *Lám.* 24ª Puesto el observador en V, y el plano horizontal de agua FP, sobre del cual cae la vertical AB, de la que llamo extremidad el punto A y pié el punto B: el ángulo de incidencia ABP siendo recto, debe por consiguiente ser igualmente recto el de reflexion PBB'; inclínese en GG' el plano de agua, el mismo ángulo obtuso de incidencia ABG, será repetido en el de reflexion GBH; inclinando el plano de agua en II' la vertical AB, aparecerá en BL, formando el ángulo reflejo IBL igual al incidente ABI' finalmente inclinándola en EC, el reflejo de la vertical AB quedando en BF, no se verá de ella ningun espejo.

AUMENTO Y DIMINUCION DEL REFLEJO SEGUN SE *eleve ó baje el punto de vista.*

4. Mirando el observador V, el espejo BH de la varilla AB, producido sobre el plano de agua G'G, lo verá del tamaño NB: si dicha persona levanta su punto de vista en V', el espejo se verá disminuido en MB; por lo contrario, si se baja en V'' el punto de vista, aumentará el espejo viéndose del tamaño BO.

5. Obsérvese que el ángulo PBG formado por el plano inclinado del agua GG' con el horizontal FP y el otro B''B'H' son iguales; y el ángulo HBB' que hace la vertical BB' con el espejo BH es doble de los primeros é igual á LB'H': que la recta B'L es perpendicular á BH; que las B'B'' y BG son paralelas entre sí: y que poniendo una recta de la extremidad A á la del espejo, será siempre perpendicular á la superficie del agua, quedando dividida por en medio, de esta última, que le hace de normal.

ENCONTRAR EL ESPEJO EN UNA AGUA TRANQUILA Ú HORIZONTAL.

6. *Lám.* 25ª Para encontrar el espejo de la varilla vertical 5'6', desde el punto de contacto de la misma con el agua ó pié, se repite igual y verticalmente en 6'8' y será su espejo. Del mismo modo se encontrará el espejo de edificios ú otros objetos, considerando sus esquinas y partes proyectantes como otras tantas varillas verticales.

7. Si la varilla en lugar de vertical fuere oblícua al plano de agua como 7'5', se bajará á su estremidad la vertical 6'8' hasta tocar el agua, y tratada como varilla se trazará desde la estremidad reflejada 8' al pié 7' el espejo.

8. Queriendo el espejo de la varilla $9'1^2$ que no cae inmediatamente en el agua, se deberá prolongar indefinidamente, hácia abajo, la varilla; de un punto cualquiera P del horizonte, tirar una recta que pase por el pié, llegando á la arista en 2^2, bajar de este punto una vertical á tocar el agua en 4^2, y de allí poner la recta $4^2 3^2$ paralela á $1^2 2^2$; póngase en 3^2 el compás, y abierto en 1^2 se repite esta extension de 3^2 en 5^2; póngase tambien en $4^2 7^2$ la altura $4^2 2^2$, pasando en ella la apariencia espejada de la grada, hasta la cual se conducirá desde 5^2 la imágen visible $5^2 6^2$ de la varilla.

ESPEJOS EN EL AGUA INCLINADA.

9. En este caso, de la estremidad del objeto poniendo una perpendicular á la superficie del agua y repitiéndola igual del otro lado, se tendrá la extremidad reflejada desde la cual se trazará el espejo al pié del objeto.

10. Igual y aun mas fácilmente, se obtendrá, bajando desde la extremidad una vertical al agua repitiendo el ángulo que hace con la superficie de la misma, y nos dará la extremidad reflejada, desde cuya extremidad se conduce al pié del objeto el espejo.

EN UNA SUPERFICIE INCLINADA Y ACCIDENTAL

encontrar el espejo de una varilla.

11. Siendo accidental la superficie del agua como en la vertiente BVM, en la cual debe hallarse la apariencia ó espejo de la varilla AB, se debe 1º establecer en la superficie del agua la proyeccion vertical C de la extremidad, poner de este punto tres rectas indefinidas, dos horizontales CK y CO, esta perpendicular á la vertiente, es decir á YX, y aquella paralela al horizonte, indicando la tercera CE la inclinacion del agua; bájese en algun punto E de la última una vertical y tenemos en CEO el corte perspectivo y vertical de la vertiente: 2º hallar la postura geométrica de CO en CQ, colocando la dimension de esta en CK; póngase la vertical KH perspectivamente igual á OE y puesta la diagonal CH resultará el corte geométrico CKH, igual al perspectivo CEO: 3º fíjese en C el compás, trazando con el intervalo CA, un abundante arco AJ; mídase el ángulo ACI repitiéndole igual en ICJ, y puesto el seno JL, y de L la LG, paralela á KO, bajar en G la vertical GM

igual á LJ, y será M, la apariencia reflectada de la extremidad A, desde donde se conduce al pié de la varilla la imágen ó espejo propuesto. (1)

12. Para encontrar la imágen reflectada de la varilla NA se obra en el modo siguiente: establecida en C la proyeccion vertical de A, y hallado como se dijo en el párrafo anterior el punto M, se traza la proyeccion de toda la varilla y se obtiene, dirigiendo desde C una recta á P'', punto de concurso de aquella superficie, intersacando la arista extrema de la vertiente en V, levántese allí una vertical, cortándola á la altura del nivel superior del agua en R, conducir de este punto una paralela á VC, señalando en la CA el punto Ñ, póngase en este la regla y en N trazando hasta la arista de la vertiente la proyeccion NF en el agua horizontal, desde donde se conduce hasta C la proyeccion en el agua inclinada. Ahora prolónguese la proyeccion inclinada hasta herir en U la varilla, y puesta en este punto la regla y en M, se traza de M en X la apariencia en la vertiente; repítase la extension AÑ en ÑS, y colocada en N la regla y en S se traza NT que es la parte espejada en el agua horizontal.

13. El espejo de la varilla V'Z se halla obrando en el siguiente modo: siendo la superficie Q'G'Ñ' inclinada paralelamente al horizonte, desde el punto principal P, se traza una recta, que pasando por el pié Z llegue á señalar en la arista del agua el punto Q', prolónguese ahora la inclinacion S'Q' del agua hasta herir en B' la varilla, y tratando este punto como se hizo con C (§ 11), debiérase obtener el punto O'; pero como este punto hallándose en el horizonte, seria imposible trazar ciertas líneas y verificar intersecciones, por lo mismo es preciso obrar del modo siguiente:

14. Hallándose el punto B' muy cerca ó en el mismo horizonte, se trasfiere voluntariamente arriba ó abajo, pero en la misma vertical, por ejemplo en C', y obrando con este igualmente que con C (§ 11), á saber: poner las tres rectas indefinidas, hallar los cortes perspectivo C'F'L' y geométrico C'H'E', repetir el ángulo B'C'E' en E'C'J' y puesto el seno J'A' repetirle igual en B'C', y puesta G'O' paralela á C'L', tendremos en O' la apariencia espejada de la extremidad V'; póngase en B' la regla y en O' se conduce el espejo desde O' hasta la arista del agua en T'; conduciendo verticalmente en el agua horizontal de Z en V' la otra parte del espejo.

15. El espejo de la otra varilla V'Y', que está inclinada, cuya proyeccion vertical de la extremidad cae en Z, hechas las operaciones del párrafo anterior y conseguido el punto O', se traza hasta el pié de la varilla Y' la imágen espejada de la misma.

16. Si la varilla vertical estuviere muy cerca ó cayere en el mismo punto principal como la K'N'; entonces desde su pié N' se le trazaria á uno ú otro lado una paralela al horizonte, levantando en su extremidad una vertical ZV', igualmente extensa que N'K'; y obtenido segun los párrafos 13 y 14 el punto O' trazarle una paralela al horizonte hasta tocar la prolongacion de K'Ñ' en N', y será este punto la imágen ó espejo de la extremidad K'. Esta varilla por hallarse en el punto principal, hace que su apariencia espejada, tanto en el agua horizontal como en la inclinada coincida en la misma vertical.

(1) Hallándose el punto J sobre de CK, se bajará el seno en L hallando de L el punto G, del cual en lugar de bajar se levantará la vertical perspectivamente igual á LJ en GM, y será M el punto en que la extremidad A se refleja.

17. Muy espedito será hallar el espejo en la superficie inclinada con direccion al punto principal, no debiendo hacer otra cosa que trazar de su pié 2 la recta indefinida 26 paralela á la inclinacion del agua, hacer centro el pié, y radio la varilla, trazando el arco 14', medir el arco 16 y trasferirle en 64' y tendremos en 4' la apariencia de la extremidad desde la cual se traza la imágen hasta el pié de la varilla.

18. Si la varilla fuera inclinada como en 1 3, cuya proyeccion vertical cayere en 2; se le debe encontrar su proyeccion vertical 2 8 3 prolongar 2 8 á herir en 2' la varilla, dirigiendo desde 4' (apariencia de 1, encontrada como se dijo en el párrafo anterior) hasta la arista en 3^1, y desde el pié 3 (§ 12) y con direccion á 9 (que representa la otra extremidad espejada en agua tranquila), trazar hasta la misma arista la otra porcion de imágen espejada en el agua horizontal.

19. La proyeccion de la varilla 1 3 se encuentra repitiendo la misma operacion del párrafo 12, á saber: dirigiendo del pié 2 una recta al principal, levantar en la interseccion 4 una vertical, cortarla en 5 prolongando el nivel del agua 4^23, poner la 5 7 paralela á 4 2, colocar en 7 la regla y en 3 y trazar 3 8 proyeccion en el agua horizontal; y da 8 á 2 proyeccion en el agua inclinada.

FIN DE LA CUARTA PARTE.

PARTE QUINTA.

REFRACCION.

1. Así se llama la desviacion que sufren los rádios visuales, penetrando de un fluido en otro de diferente densidad pero trasparente.

2. Continuamente presenciamos este efecto, particularmente en el agua, en la cual, sumergiendo parte de una varilla parece quebrarse y disminuir en su longitud; y un objeto puesto en un vaso cuyas paredes sean opacas y no le alcancen los rádios visuales, le veremos aparecer echándole cierta cantidad de agua, y á medida que se va llenando parecerá levantarse con todo el fondo. Me limitaré á tratar, sobre este efecto, la parte que tiene mas inmediata relacion con la pintura, aplicándole al mismo tiempo las reglas de la perspectiva, dejando aquello que no es de absoluta necesidad y puede hallarse en los tratados de óptica.

3. Cuando el rádio visual es perpendicular á la superficie del agua en que penetra no hay refraccion, pero sí, siéndole oblícuo, el cual dejando su direccion primera se aproxima á la perpendicular, haciendo con la misma un ángulo mitad del que haria si continuara directo. De manera que, sufrirá el máximo de la refraccion, siéndole paralelo, y el mínimo si perpendicular.

4. Sumergiendo un objeto paralelamente no varia en dicho sentido su extension, sino en el perpendicular, que siendo una vara cilíndrica parecerá aplastada. Sumergiéndola perpendicularmente no plegará á ningun lado, pero será disminuida al máximo su longitud; y eso por el efecto de la desviacion de los rádios visuales (véase § 1º y 3º): inclinándola á uno ú otro lado se verá doblarse la parte sumergida como si tuviese articulacion hácia la superficie del agua, plegando y aproximándosele mas y mas conforme se baje el punto de vista y viceversa.

5. *Lám*. 26ª—En una varilla como AB que se sumerge en el agua deben distinguirse las siguientes partes: 1º, el punto E que es adonde toca ó hiere la superficie del cuerpo trasparente, le llamo pié; 2º la parte fuera del agua cual es AE, parte exterior, cuyo remate A le nombro extremidad: 3º, la parte en el agua considerada geómetricamente como EB, parte sumergida, y extremidad sumergida en donde acaba: 4º á la parte disminuida, por el efecto de la refraccion como EI, parte y extremidad refractada.

6. Dos cosas muy esenciales hay que cuidar y son: la altura del ojo ó ángulo visual y postura del objeto; cada cual necesita de ser examinada particularmente y con la lámina delante.

ÁNGULO VISUAL Y SITUACION DEL PUNTO DE VISTA.

7. Sea DC superficie de agua, AB una varilla sumergida á la mitad, y V el punto de vista; el rádio VP hiriendo en E la superficie del agua deja su direccion acercándose á la perpendicular EB en ET mitad del ángulo BEP; póngase en B la punta del compas y abierto en T hágase el arco TI, que limitará en EI la parte refractada: bájese en V' el ojo, y la direccion del rádio V'U variará penetrando el agua dirigiéndose en S y dividiendo en medio el ángulo UEB, con el intervalo BS descrito el arco SH establecerá en EH la parte refractada de la varilla: bajándole en V^2 y repitiendo lo de ántes, la veremos refractarse en GE: en EF bajando el ojo en V^3 disminuyendo mas y mas la parte refractada bajando el punto de vista, reduciéndose finalmente á un punto observada de V^4; porque trazando el arco con el intervalo BO nos señalará el punto E en la superficie.

POSTURA DEL OBJETO.

8. Sea la misma varilla AB observada desde V la cual quedó como vimos reducida en EI, sin plegar á ningun lado por ser perpendicular á la superficié del agua; encuéntrese en la línea AB el centro de los puntos D é I, que practicando segun el § 56 de la parte 1ª, resultará en 1, póngase allí el compas trazando el arco ID el que llamo determinador; ahora muévase la varilla en KL dejando firme el punto E, de la extremidad sumergida levántese una perpendicular LL' á la superficie del agua, la cual cortando dicho arco en Q nos dará en QE la parte refractada. Moviendo en MÑ la varilla, y puesta á la extremidad sumergida la perpendicular MM, dará en O la extremidad refractada, y en OE su apariencia. Bájese en V' el punto de vista y practicando como ántes se tendrá el arco determinador en DH y la apariencia refractada en EN, y la de la EM en ER: bajado todavía mas en V^2 el ojo, se verá la primera refractarse en EX y la segunda en EJ: y tendremos finalmente, refractadas en ZE la parte EL y en YE la EM mirándolas desde V^3. (1)

APLICACION DE LA PERSPECTIVA.

9. *Lám.* 27ª—Sirva de ejemplo la varilla QQ' oblícua á la superficie horizontal de agua, y sumergida en ella hasta la mitad; cuya inclinacion cae sobre la recta GQ' directa á P punto principal, siendo D el de distancia. Por el pié O háganse pasar las rectas indefinidas I'L, OR, y OF, la primera paralela al horizonte, proveniente de P la segunda y la última vertical; póngase otra vertical que pase por P; de la extremidad sumergida Q' levántese la vertical Q'R, encuéntrese en OI' la dimension geométrica de OR, ponién-

(1) Se debe advertir, que segun queda dicho en el párrafo 8º de la 2ª parte, la refraccion solo es aplicable cuando el ojo se halle entre el punto A' y A2 por las siguientes razones: 1ª, porque el horizonte jamas excede el término aéreo, y por lo mismo el ángulo máximo que el rádio visual puede hacer con la superficie del cuerpo refractante es de 30 grados: 2ª que la parte refractada disminuye de perceptibilidad conforme se baja el punto de vista, de modo que acaba de ser visible bajo un ángulo de 6 grados.

dola de A en Z, y la OF verticalmente en ZD'; hágase centro A describiendo con el rádio AD' el círculo CLM, y apoyada en A la regla y en D se traza DB, que representa el rádio visual, y dividido en medio el ángulo MAB, mediante la recta AA' hasta tocar la tangente MA', paralela a la superficie del agua, póngase en MB' la dimension MA', y hallado en la MP el centro de los puntos B' y L, se traza el arco determinador LB', y tomada la dimension ZU se pone en OV, y pasada por V una recta proveniente de P señalará en T la extremidad refractada, desde la cual se traza en O toda la parte igualmente refractada. (1)

9A. Moviendo en Z'I la varilla sin minorar ni aumentar la porcion sumergida, ni los grados de su inclinacion con la superficie del agua, solo que la proyeccion vertical en lugar de caer sobre GQ' caiga con otra direccion por ejemplo: sobre de IF', la que reconoce K; levántese de la extremidad sumergida la vertical, y desde K una recta pasando en V, la que señalará en S la extremidad refractada. Pero si el tamaño de la parte sumergida OI hubiese sido mayor ó menor, aunque con la misma inclinacion de QQ' con la superficie del agua, habria sido menester trazar otro círculo, siendo mas grandes ó mas chicas las dimensiones OI',OF, y por consiguiente otro arco determinador para obtener la extension proporcional de OV; repitiendo desde la primera hasta la última las operaciones practicadas con la dicha QQ' para encontrarle la parte refractada OT.

(1) CD' Representa geométricamente á QQ'; AD' la parte sumergida; AC la que está afuera del agua y AU la parte refractada.

FIN DE LA PARTE QUINTA.

PARTE SESTA.

PERSPECTIVA AEREA.

1. Bajo este nombre se entiende la modificacion que sufren las luces, sombras y colores de los objetos por la interposicion de la atmósfera que media entre ellos y nosotros.

2. Como se ve en la naturaleza una diminucion contínua y en degradacion del tamaño de los objetos á medida que se alejan de nosotros, hasta que concluyen en puntos invisibles y desaparecen; del mismo modo, pero con causas muy diferentes, sufren en la fuerza del claro y oscuro y en la brillantez de los colores, hasta confundirse completamente. La primera depende de los rádios visuales; y la segunda de la atmósfera, que interponiéndose entre nosotros y los objetos, hace que estos, perdiendo sus propios colores, tomen mas ó menos el de la atmósfera que los circunda.

3. La diminucion lineal termina constantemente en el horizonte, pero la aérea unas veces acaba cerca y otras lejos, segun la mayor ó menor densidad de los vapores de que está cargado el aire: y por esto cuando la atmósfera está pura, vemos los objetos á grandes distancias; mas cuando nos envuelve una densa neblina desaparecen los colores y aun los objetos mas cercanos. Cuando está diáfano el aire la perspectiva aérea acompaña muy bien el órden de la diminucion lineal, y entónces es cuando tenemos mas luz, viveza y variedad en los colores, cuya degradacion progresando con suave delicadeza, nos conduce insensiblemente á las distancias mas lejanas.

4. La atmósfera varia tambien de aspecto segun su posicion relativamente al sol, por el cual vienen iluminados sus átomos, ya de frente, ó detrás, y por eso produce su interposicion varias modificaciones, segun la hora, lugar y dia

5. Siempre es la atmósfera mas densa en las partes bajas que en las altas, y por eso vemos el sol tan anaranjado y su luz mas débil al levantarse como al ponerse. Por esta misma causa es, por lo que estando el sol muy bajo y de frente, vemos el cielo de un amarillo rojizo inmediato al horizonte, el cual va tomando un color mas claro y limpio elevándose, hasta que vuelve al azul: y viceversa, veremos el cielo aclararse cuanto mas se aproxime al horizonte teniendo el sol á las espaldas. En el primer caso es que los rádios visuales tienen que atravesar una cantidad de atmósfera iluminada detras ó por trasparencia; mientras que en el segundo atraviesan la que está bañada directamente. No de otro motivo depende el ver anaranjada y tan grande la luna al salir del horizonte, la cual va tomando su verdadero tamaño y color plateado á medida que se levanta.

ESPLICACION DE COMO EFECTUA LA NATURALEZA LA *degradacion aérea*.

6. *Lam.* 28ª—*Fig.* 1ª En esta figura se ve el corte longitudinal del pais EA, el cual he dividido en ocho partes iguales. El punto E será el máximo de la fuerza, teniendo casi nada de atmósfera interpuesta que lo disminuya; en el punto 1, quedará disminuida ya una octava parte la brillantez de los colores y la fuerza del claro-oscuro; en el punto 2, será disminuida dos octavas partes, teniendo interpuesta toda la atmósfera de E á 1 y de 1 á 2; se verá disminuida tres octavas partes en el punto 3; cuatro en el punto 4, medio de la degradacion; al 5 será cinco octavas partes mas débil; seis octavas en el punto 6; en el punto 7, siete octavas; acabando con el punto 8, en el cual se ven las cosas indicadas con la máxima ligereza y confundidos en uno mismo los colores, quiero decir, el de la atmósfera.

7.—*Fig.* 2ª Luego obsérvese el mismo trecho de pais con el aire mas cargado, así que sea de una tercera parte mas denso que en la figura primera: esta atmósfera no permitirá ver mas lejos del punto B, un tercio ménos que EA, siguiendo la degradacion de uno á otro número de la misma manera y órden que se explicó en la figura primera.

8.—*Fig.* 3ª Supóngase dos tércios mas denso el aire que en la figura primera, y no se verá mas adelante de la extension EC, repartiéndose en este espacio toda la degradacion como en la citada figura.

9. Entre los colores el blanco es aquel que conserva mas su viveza, y por eso vemos en las lontananzas los puntos luminosos de los edificios blancos: todos los otros colores quedan mas ó menos prontamente vencidos por el de la atmósfera.

10. Infinitas son las variaciones de efectos que ofrece la atmósfera; pero inoportuno seria entregarnos aquí á ejemplos y observaciones mas extensas: sin embargo, habiendo expuesto los principios generales en que descansan, hay lo bastante á fin de que sirva al jóven artista como de llave para penetrar, entender y reproducir con menos dificultad, lo que le enseñará con su maravilloso lenguaje el gran maestro, la naturaleza, cuando esté delante de ella, lleno de animacion, con los pinceles y la paleta en la mano.

FIN.